

# réalités



Mensuel #

**230**

• Mars 2016

## OPHTALMOLOGIQUES

**Comptes rendus des 9<sup>es</sup> JIFRO**

**Jeudi 28 et Vendredi 29 janvier 2016**

---

**Palais des Congrès de Versailles**



[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

La FMC de l'ophtalmologiste d'aujourd'hui pour préparer la médecine de demain

# LUCENTIS® Un schéma posologique pour une prise en charge individualisée<sup>1</sup>



**DMLA :** Lucentis® est indiqué chez les adultes dans le traitement de la forme néovasculaire (humide) rétrofovéolaire de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)<sup>1,2</sup>

Lucentis® est un médicament d'exception : la prescription doit être accompagnée d'une ordonnance de médicament d'exception et ne peut avoir lieu que dans le respect de la Fiche d'Information Thérapeutique (FIT).

Les mentions légales sont disponibles sur la base de données publique des médicaments (<http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr>)





**10<sup>es</sup>**

**JOURNÉES INTERACTIVES DE FORMATION  
DE RÉALITÉS OPHTALMOLOGIQUES**

■ Jeudi 26 janvier 2017

**Matin**

**Presbytie**

sous la présidence de D. Gatinel

**Après-midi**

**L'œil qui vieillit**

sous la présidence de E. Souied

■ Vendredi 27 janvier 2017

**Matin**

**Œil et médecine interne**

sous la présidence de B. Bodaghi

**Après-midi**

**Pôle postérieur : imagerie et explorations  
fonctionnelles. Mieux indiquer et interpréter**

sous la présidence de M. Streho



**JEUDI 26 ET VENDREDI 27 JANVIER 2017**

**PALAIS DES CONGRÈS – VERSAILLES**



## LA VIE AU-DELÀ DES LETTRES



## EFFICACITÉ et INJECTIONS ESPACÉES possibles en phase de maintien <sup>(1, 2, 3, 4)</sup>

### DMLA

Indiqué en **1<sup>ère</sup> intention** dans le traitement chez l'adulte de la forme néovasculaire (humide) rétrofovéolaire de la dégénérescence maculaire liée à l'âge <sup>(1,2)</sup>

*Indication remboursée séc. soc. et agréée coll.*

### OMD

Indiqué en **1<sup>ère</sup> intention** dans le traitement chez l'adulte de la baisse d'acuité visuelle due à l'œdème maculaire diabétique en cas de forme diffuse ou de fuites proches du centre de la macula, chez les patients ayant une acuité visuelle inférieure ou égale à 5/10 et chez lesquels la prise en charge du diabète a été optimisée <sup>(1, 3)</sup>

*Indication remboursée séc. soc. et agréée coll.*

### OVR NOUVEAU

Indiqué dans le traitement chez l'adulte de la baisse d'acuité visuelle due à l'œdème maculaire secondaire à une occlusion de branche veineuse rétinienne (OBVR) ou de la veine centrale de la rétine (OVCR) <sup>(1)</sup>

▶ **OVCR** : Traitement de **1<sup>ère</sup> intention** <sup>(4)</sup>

*Il est recommandé de réaliser une angiographie à la fluorescéine avant la mise sous traitement afin d'écartier les formes ischémiques qui ne sont pas des indications des anti-VEGF. L'évolution de la forme œdémateuse vers la forme ischémique est possible sous traitement, il est recommandé de la surveiller. <sup>(4)</sup>*

*Indication remboursée séc. soc. et agréée coll.*

▶ **OBVR** : Indication non remboursée séc. soc. et non agréée coll. à la date du 15 septembre 2015 (demandes à l'étude) <sup>(1)</sup>

1. Résumé des caractéristiques du produit EYLEA<sup>®</sup>.
2. Avis de la Commission de la Transparence EYLEA<sup>®</sup> du 3 avril 2013.
3. Avis de la Commission de la Transparence EYLEA du 18 mars 2015.
4. Avis de la Commission de la Transparence EYLEA<sup>®</sup> du 11 juin 2014.

Mentions légales disponibles sur la base de données publique des médicaments  
<http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr> et sur le site Bayer HealthCare  
(<http://www.bayerhealthcare.fr>)



▼ Ce médicament fait l'objet d'une surveillance supplémentaire qui permettra l'identification rapide de nouvelles informations relatives à la sécurité.

Médicament d'exception - Prescription en conformité avec la fiche d'information thérapeutique.

### COMITÉ SCIENTIFIQUE

Pr J.P. Adenis, Pr J.L. Arné, Pr Ch. Baudouin,  
Pr T. Bourcier, Pr A. Brézin, Pr A. Bron,  
Pr E.A. Cabanis, Pr G. Chaîne, Pr B. Cochener,  
Pr J. Colin, Pr Ch. Corbe, Pr G. Coscas,  
Pr C. Creuzot-Garcher, Pr P. Denis, Pr J.L. Dufier,  
Pr A. Gaudric, Pr T. Hoang-Xuan,  
Pr J.F. Korobelnik, Pr P. Le Hoang, Dr S. Liotet,  
Pr F. Maleceza, Pr P. Massin, Dr S. Morax,  
Pr J.P. Nordmann, Pr J.P. Renard, Pr J.F. Rouland,  
Pr J.A. Sahel, Pr G. Soubrane, Pr E. Souied,  
Pr P. Turut, Pr M. Weber

### COMITÉ DE LECTURE

Dr M. Assouline, Dr C. Boureau,  
Dr S. Defoort-Dhelemmes, Dr L. Desjardins,  
Dr B. Fayet, Dr C. Albou-Ganem,  
Dr S. Leroux-les-Jardins, Dr G. Quentel,  
Dr B. Roussat, Dr E. Sellem,  
Dr M. Tazartes, Dr M. Ullern

### COMITÉ DE RÉDACTION

Dr F. Auclin, Dr S.Y. Cohen,  
Dr M.A. Espinasse-Berrod,  
Dr F. Fajnkuchen, Dr J.L. Febbraro,  
Dr M.N. George, Dr J.F. Girmens, Dr Y. Lachkar,  
Dr Y. Le Mer, Dr D.A. Lebuisson, Dr F. Malet,  
Dr M. Pâques, Dr C. Peyre, Dr J.J. Saragoussi,  
Dr R. Tadayoni, Dr F. Vayr

### RÉDACTEURS EN CHEF

Dr T. Desmettre, Dr D. Gatinel

### CONSEILLER DE LA RÉDACTION

Dr T. Amzallag

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Dr R. Niddam

### SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

A. Le Fur, M. Meissel

### RÉDACTEUR GRAPHISTE

M. Perazzi

### MAQUETTE, PAO

J. Delorme

### PUBLICITÉ

D. Chargy

### RÉALITÉS OPHTHALMOLOGIQUES

est édité par Performances Médicales  
91, avenue de la République  
75540 Paris Cedex 11  
Tél. 01 47 00 67 14, Fax : 01 47 00 69 99  
info@performances-medicales.com

### IMPRIMERIE

Impression : bialec – Nancy  
95, boulevard d'Austrasie  
CS 10423 – 54001 Nancy cedex  
Commission paritaire: 0121 T 81115  
ISSN: 1242-0018  
Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 2016



Mars 2016 #230

## CONTACTOLOGIE

### ➔ MISES AU POINT INTERACTIVES

**13** Presbytie et lentilles de contact  
C. Peyre

**17** L'orthokératologie  
ou le remodelage cornéen  
A. Sarfati

### ➔ QUESTIONS FLASH

**23** Vision binoculaire et presbytie  
C. Costet

**23** Les matériaux des lentilles souples  
en 2016  
L. Bloise

**25** Lentilles jetables journalières  
et presbytie  
K. Vis Choukroun

**25** Correction du presbytie astigmaté  
en lentilles de contact  
K. Vis Choukroun

**26** Débuter en orthokératologie  
M. Leconte

## DMLA: NOUVELLES AVANCÉES

### ➔ MISES AU POINT INTERACTIVES

**30** L'OCT-angiographie va-t-elle  
révolutionner la pratique  
de l'imagerie de la DMLA?  
M. Srour, O. Semoun, A. Miere,  
E. Souied

**34** Quelle stratégie thérapeutique  
en DMLA exsudative en 2016?  
S. Nghiem-Buffer

### ➔ QUESTIONS FLASH

**37** Faut-il traiter des néovaisseaux  
choroïdiens de la DMLA humide  
avec AV conservée?  
M. Weber

**38** Faut-il traiter des néovaisseaux  
avec acuité visuelle basse?  
J. Zerbib

**39** Que faire devant des néovaisseaux  
choroïdiens de DMLA résistant à  
trois injections d'anti-VEGF?  
M.-N. Delyfer

**40** Quelles perspectives pour le patient  
atteint de DMLA sèche?  
C. Français

**41** Quels facteurs pronostiques dans  
la DMLA exsudative?  
S. Mrejen

**41** Quelles différences entre DMLA  
et vasculopathie polypoïdale  
choroïdienne?  
M. Srour, O. Semoun, SY Cohen,  
E. Souied



# CHIRURGIE RÉFRACTIVE DU CRISTALLIN

## ⇒ MISES AU POINT INTERACTIVES

- 44** Cataracte emmétropisante avec ou sans femtoseconde  
T. Amzallag
- 48** Corrections cristalliniennes des astigmatismes : les moyens récents  
D. Gatinel

## ⇒ QUESTIONS FLASH

- 53** Chirurgie du cristallin clair chez le myope fort : où en sommes-nous ?  
S. Zaluski

**53** Implants multifocaux à profondeur de champ étendue : le point  
S. Zaluski

**55** Cataracte assistée par laser : quelle efficacité clinique et économique ?  
D. Touboul

**57** Gestion des insatisfactions après implant multifocal  
P. Rozot

**60** Indications conjointes cristallin-cornée en chirurgie réfractive : comment choisir ?  
B. Cochener

# GLAUCOME

## ⇒ MISES AU POINT INTERACTIVES

- 64** Imagerie actuelle des fibres nerveuses rétiniennes et de la tête du nerf optique  
J.-P. Renard
- 70** Quand initier un traitement dans l'hypertension oculaire et le glaucome ?  
É. Sellem

## ⇒ QUESTIONS FLASH

- 73** Quand demander une UBM du segment antérieur dans le glaucome ? Intérêts, limites  
M. Strehö
- 74** Quand demander un OCT du segment antérieur dans le glaucome ?  
A. Labbé, C. Baudouin
- 74** La trabéculorétraction au laser : laquelle, quand ? Résultats, limites  
H. Bresson-Dumont

**75** La phacoexérèse dans le glaucome aigu par fermeture primitive de l'angle  
J. Laloum

**76** Quelle gestion de la PIO après IVT ?  
H. El Chehab

**79** Quel traitement pour les glaucomes inflammatoires ?  
J.-M. Giraud, J.-R. Fénolland, J.-P. Renard

**81** Chirurgie filtrante et phacoexérèse en un ou deux temps ? Indications, résultats  
Ph. Germain

**82** Facteurs de risque dans le glaucome primitif à angle ouvert et dans le glaucome à pression normale : quel bilan en pratique ?  
E. Blumen Ohana, J.-P. Nordmann

Un encart jeté des Laboratoires Hoya est routé avec ce numéro.

Un bulletin d'abonnement est en page 83.

## ⇒ BRÈVES

- 7** Une personne sur 2 myope en 2050 ?
- 8** Néovaisseaux choroïdiens du myope fort : résultats de l'aflibercept utilisé en première intention  
T. Desmettre

## Une personne sur 2 myope en 2050 ?

HOLDEN BA, FRICKE TR, WILSON DA *et al.* Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 2016 Feb 11. pii: S0161-6420(16)00025-7.

**E**n 2010, on estimait que les anomalies de la réfraction non corrigées venaient en première place des gênes en vision de loin, affectant 108 millions d'individus [1]. Aux États-Unis, le coût économique de ces anomalies de la réfraction, principalement la myopie, a été estimé à 202 \$ par an [2]. La myopie représente un déficit particulier en raison de la sous-population des myopes forts, associée à un risque de cataracte, de glaucome et de complications rétinienues médicales ou chirurgicales, certaines pouvant aboutir à la cécité [3]. La choroïdose myopique représenterait 12,2 % (environ 200 000 individus) des causes de handicap visuel au Japon [4].

Deux éléments de la littérature ont un impact qui reste difficile à évaluer. D'une part, les études montrent de grandes variations de la prévalence de la myopie en fonction de l'ethnie et de la région du globe qui est étudiée [5]. Par exemple la prévalence de la myopie forte est deux fois plus élevée chez les populations issues de l'Extrême-Orient que chez les Occidentaux [6]. D'autre part, dans tous les pays, la prévalence de la myopie semble en voie d'augmentation, en particulier chez les plus jeunes en Extrême-Orient [7].

Les auteurs de cet article, publié en février dernier dans *Ophthalmology*, ont réalisé une revue systématique de la littérature avec méta-analyse, rassemblant des données sur l'épidémiologie de la myopie sur la planète. L'étude reprend ainsi les données de 145 études correspondant à 2,1 millions de participants. En analysant les données publiées sur le sujet depuis 1995 et les projections associées, les auteurs montrent les tendances épidémiologiques de la myopie et de la myopie forte pour la période 2000 à 2050.

Les données ont été reprises pour des tranches d'âge de 5 ans entre 0 et 100 en zone rurale et en zone urbaine. La myopie était définie à partir de  $-0.50D$  et la myopie forte à partir de  $-5D$ . Ces éléments ont été couplés aux données épidémiologiques sur la démographie et l'urbanisation des populations suivant les pays.

En 2000, les auteurs estiment que 1 406 millions d'habitants de la planète étaient myopes, soit 22,9 % de la population mondiale (IC à 95 % : {932; 1 932 millions} ou {15,2 % ; 31,5 %}) et que 163 millions avaient une myopie forte, soit 2,7 % de la population (IC à 95 % : {86; 387 millions} ou {1,4 % ; 6,3 %}). Ils estiment qu'en 2050, 4 758 millions d'individus seront myopes, soit 49,8 % de la population mondiale (IC à 95 % :

{3 620; 6 056 millions} ou {43,4 % ; 55,7 %}). Pour la myopie forte, le chiffre estimé est à 938 millions, soit 9,8 % de la population (IC à 95 % : {479; 2 104 millions} ou {5,7 % ; 19,4 %}).

Ces chiffres représentent un accroissement important tant pour la myopie, près de la moitié de la population de la planète en 2050, que pour la myopie forte. Pour les rétiniologues, on considérera en particulier l'effectif important des myopes forts à cette époque, près d'un milliard d'individus avec le risque potentiel de complications.

Cette majoration importante de la prévalence de la myopie et de la myopie forte est *a priori* surtout associée aux facteurs environnementaux, par exemple la réduction du temps passé pour des activités extérieures et la majoration des activités en vision de près à la lumière artificielle (**fig. 1**) (8). Les facteurs génétiques impliqués dans la myopie ne sont pas, en effet, susceptibles de provoquer une variation aussi rapide de la prévalence.



**Fig. 1 :** La réduction du temps passé à l'extérieur et la majoration des activités en vision de près à la lumière artificielle pourraient expliquer l'augmentation de la prévalence de la myopie. Cette gravure de Pompéi représente deux artistes (Paquius Proculus et son épouse, musée archéologique national de Naples, fresque du I<sup>er</sup> siècle) tenant des papyrus illustrant l'activité en vision de près. On remarquera le stylet dans la main de la jeune femme.

### Bibliographie

1. BOURNE RR, STEVENS GA, WHITE RA *et al.* Causes of vision loss worldwide, 1990-2010: a systematic analysis. *The Lancet Global Health*, 2013;1:e339-e349.
2. SMITH T, FRICK K, HOLDEN B *et al.* Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error. *Bull World Health Org*, 2009;87:431-437.

3. WONG TY, FERREIRA A, HUGHES R *et al.* Epidemiology and disease burden of pathologic myopia and myopic choroidal neovascularization: an evidence-based systematic review. *Am J Ophthalmol*, 2014;157:9-25.
4. YAMADA M, HIRATSUKA Y, ROBERTS CB *et al.* Prevalence of visual impairment in the adult Japanese population by cause and severity and future projections. *Ophthalmic Epidemiol*, 2010;17:50-57.
5. ROSE KA, MORGAN IG, SMITH W *et al.* Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol*, 2008;126:527-530.
6. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Population Prospects: The 2012 Revision. Accessible à : <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm2015>.
7. PAN CW, DIRANI M, CHENG CY *et al.* The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci*, 2015;92:258-266.
8. MORGAN IG, OHNO-MATSUI K, SAW SM. Myopia. *Lancet*, 2012;379:1739-1748.

### Néovaisseaux choroïdiens du myope fort : résultats de l'aflibercept utilisé en première intention

BRUÉ C, PAZZAGLIA A, MARIOTTI C *et al.* Aflibercept as primary treatment for myopic choroidal neovascularisation: a retrospective study. *Eye* (Lond), 2016;30:139-145.

**D**eux facteurs principaux semblent contribuer à la majoration récente de l'incidence de la myopie et de la myopie forte. D'une part, la majoration progressive de l'instruction et des "activités intellectuelles" sur la planète, probablement parce que ces activités suscitent l'accommodation et, d'autre part, la majoration de l'exposition à la lumière artificielle par le biais du remodelage scléral. Ces deux facteurs expliqueraient, par exemple, la plus grande incidence de la myopie dans les zones urbaines par rapport aux zones rurales [1].

Actuellement, la myopie forte serait la sixième cause de cécité légale dans le monde. Les néovaisseaux choroïdiens représentent la principale complication cécitante chez les myopes forts avec, selon les études, un risque de 4 à 10 % [2] (**fig. 2**).

La thérapie photodynamique est longtemps restée le traitement de référence de ces néovaisseaux. Pourtant, les résultats initiaux favorables de l'étude VIP étaient décevants après 2 ans [3]. À la fin des années 2000, les anti-VEGF sont rapidement devenus le traitement de référence de ces néovaisseaux [4]. L'étude prospective multicentrique RADIANCE, en particulier, a montré un profil de sécurité et des résultats très favorables du ranibizumab comparé à la PDT [5]. Dans cette étude, suivant le protocole initial et les critères de retraitement, le nombre moyen d'injection intravitréenne (IVT) était entre 2 et 4 à 1 an. D'autres études ont évalué l'intérêt du bevacizumab et de l'aflibercept. Là également, les résultats étaient globalement favorables, mais les différences des protocoles de traitement rendent difficiles les comparaisons entre les différents anti-VEGF. Actuellement, chez les patients myopes

forts présentant des néovaisseaux choroïdiens, plusieurs inconnues persistent concernant les résultats à long terme, l'évolution de la choroïdose myopique, l'influence de l'âge et les risques associés aux IVT.

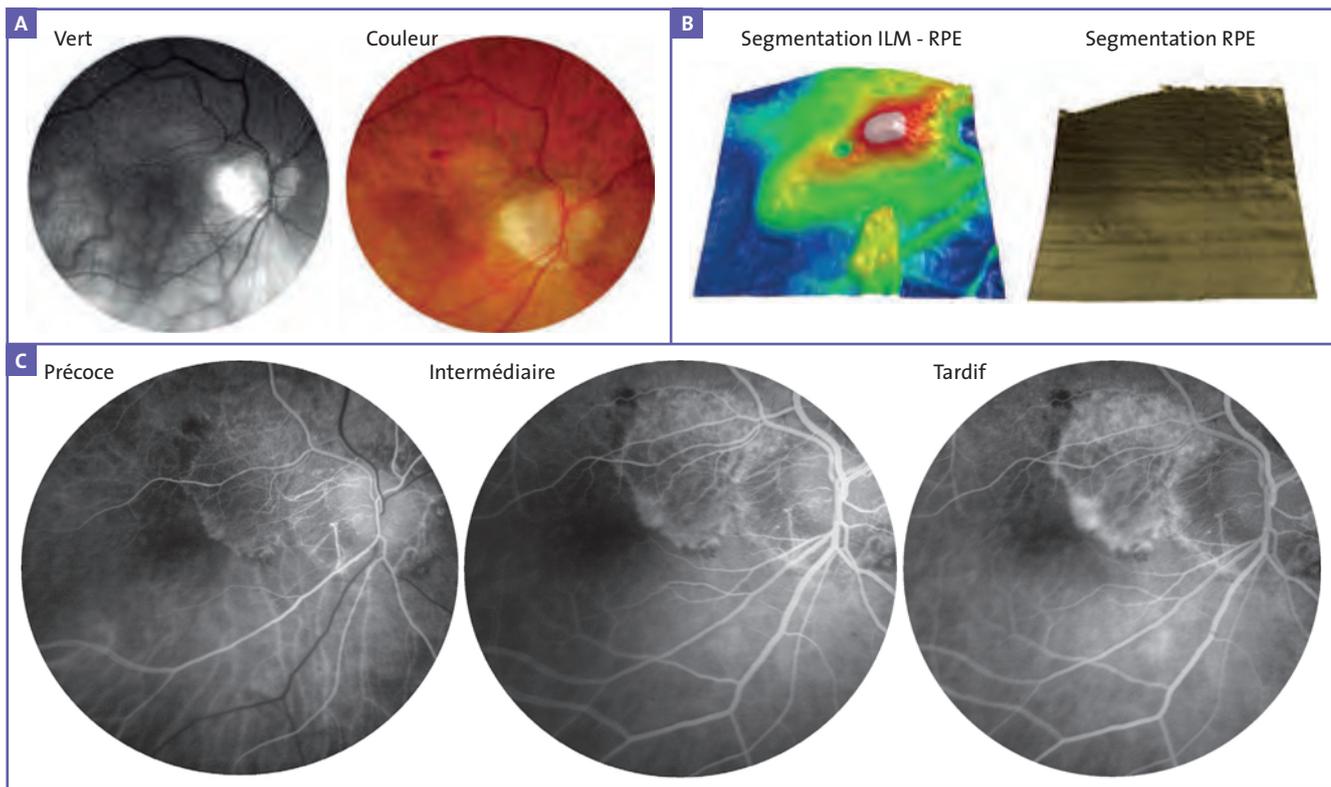
Les auteurs de cette étude rétrospective visaient à évaluer l'efficacité à long terme de l'aflibercept sur les néovaisseaux choroïdiens du myope fort. L'étude comporte 38 yeux (38 patients) traités en première intention par l'aflibercept et suivis pendant au moins 18 mois. Le diagnostic initial comportait un examen ophtalmologique, une angiographie à la fluorescéine et un OCT-spectral. L'aflibercept était utilisé en première intention. Les patients ayant reçu un autre traitement étaient exclus de l'étude. Les critères de retraitements étaient basés sur l'imagerie (reprise des diffusions en angiographie, reprise de l'exsudation en OCT) et sur l'évolution fonctionnelle. La moyenne d'âge des patients était de 45,8 ans.

L'acuité visuelle moyenne est passée de 0,69 initialement à 0,15 au terme des 18 mois de l'étude ( $p < 0,01$ ). Chez plus de la moitié des patients, les phénomènes exsudatifs étaient résolus avec une seule injection intravitréenne d'aflibercept.

Les patients ont été évalués *a posteriori* en fonction de l'âge : 20 patients avaient moins de 50 ans et 18 patients avaient plus de 50 ans. L'amélioration moyenne d'acuité était significativement plus importante dans le groupe des patients de moins de 50 ans par rapport aux autres (0,21 vs 0,35 ;  $p < 0,05$ ). De la même manière, le nombre moyen d'injections requises était de 1,8 dans le groupe des patients de moins de 50 ans vs 3,8 dans le groupe des patients plus âgés ( $p < 0,001$ ). Les auteurs concluent à l'efficacité de l'aflibercept à long terme pour le traitement des néovaisseaux du myope fort. Ils montrent surtout que les patients de moins de 50 ans requièrent moins d'injections, et obtiennent une amélioration visuelle plus importante sous traitement.

Les résultats de cette étude sont cohérents avec ceux de l'étude multicentrique MYRROR dont les résultats avaient été publiés il y a quelques mois [6]. L'étude MYRROR comportait 122 patients randomisés 3:1 entre un groupe aflibercept et un groupe Sham. Les patients traités recevaient une IVT initiale d'aflibercept, et le suivi mensuel permettait de proposer d'éventuels retraitements en fonction du résultat. L'étude évaluait la variation d'acuité visuelle à 24 semaines après la première injection. Les auteurs montraient un résultat fonctionnel et anatomique favorable avec un nombre réduit d'injections et un profil de sécurité tout à fait satisfaisant.

L'étude de Brué *et al.* confirme aujourd'hui la notion selon laquelle les myopes jeunes ont une amélioration plus importante avec moins d'injection que les myopes plus âgés. Il reste



**FIG. 2 : Néovaisseaux choroïdiens du myope fort du sujet âgé.** A : clichés sans préparation montrant le conus myopique et un effet de relief correspondant à une macula bombée avec staphylome inférieur. Le cliché couleur montre une microhémorragie sous-rétinienne. B : segmentations en OCT objectivant l'œdème rétinien (ILM-RPE) et surtout la courbure de la macula bombée (RPE) avec le staphylome inférieur. C : séquence d'angiographie montrant la perfusion précoce puis la diffusion à partir du lacis néovasculaire centré sur la zone interpapillomaculaire.

cependant difficile de comparer ces résultats avec ceux des études RADIANCE et MYRROR ou avec ceux de l'étude non comparative REPAIR, en particulier parce que le protocole des traitements influence le nombre des injections réalisés.

Enfin, contrairement à ce qui est habituel pour la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), il semble particulièrement important chez le myope fort de minimiser le nombre d'injections en raison du risque de déchirures périphériques et de lésions de l'épithélium pigmentaire qui pourraient majorer la choroïdose myopique.

## Bibliographie

1. LEE JH1, JEE D, KWON JW *et al.* Prevalence and risk factors for myopia in a rural Korean population. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013;54:5466-5471. doi: 10.1167/iovs.13-12478.
2. YOSHIDA T, KYOKO OHNO-MATSUI K, OHTAKE Y *et al.* Long-term visual prognosis of choroidal neovascularization in high myopia. A comparison between age groups. *Ophthalmology*, 2002;109:712-719.
3. CHAN WM, OHJI M, LAI TY *et al.* Choroidal neovascularization in pathological myopia: an update in management. *Br J Ophthalmol*, 2005;89:1522-1528.
4. COHEN SY. Anti-VEGF drugs as the 2009 first-line therapy for choroidal neovascularization in pathologic myopia. *Retina*, 2009;29:1062-1066.
5. WOLF S, BALCIUNIENE VI, LAGANOVSKA G *et al.* RADIANCE: a randomized controlled study of a ranibizumab in patients with choroidal neovascularization secondary to pathologic myopia. *Ophthalmology*, 2014;121:682-692.
6. IKUNO Y, OHNO-MATSUI K, WONG TY *et al.*; MYRROR Investigators. Intravitreal Aflibercept Injection in Patients with Myopic Choroidal Neovascularization: The MYRROR Study. *Ophthalmology*, 2015;122:1220-1227.

T. DESMETTRE

Centre de rétine médicale, MARQUETTE-LEZ-LILLE.  
Service d'Ophthalmologie, Hôpital Lariboisière, PARIS.

## Award 2016



La prestigieuse société savante *Macula Society* a décerné le *Young investigator Award 2016* au **Pr Eric Souied** (CHI de Créteil), pour l'ensemble de ses travaux dans le domaine des affections rétinienne et de la DMLA.

La *Macula Society* est une société savante fondée en 1977 par le Dr Lawrence J. Singerman, avec pour objectif de promouvoir la recherche en pleine expansion dans le domaine de la vascularisation rétinienne et de la dégénérescence maculaire. Aujourdhui, la *Macula Society* compte 423 membres. Les demandes ne sont acceptées qu'une fois par an, et les membres sont choisis sur des critères rigoureux, en particulier une vaste contribution à la littérature sur la rétine.

Parmi les précédents récipiendaires de cet *award*, on relève les noms de Bert Glaser, Mark Blumenkranz, Thadeus Dryja, Carmen Puliafito, Matthew Thomas, Peter Campochiaro, Neil Bressler, Edwin Stone, Joan Miller, Richard F. Spaide, Carol Shields, Jason Slakter, Philip Rosenfeld, Daniel Martin, Bailey Freund, etc. Pour la première fois, l'*award* a été remis à un ophtalmologiste français.

En introduction, le Pr David Sarraf (UCLA, Los Angeles) a retracé les grands moments de 22 années de publications du Pr Eric Souied. Tout d'abord, les premières mutations identifiées en France dans les rétinites pigmentaires en 1994, puis la découverte du premier polymorphisme génétique impliqué dans la DMLA en 1998 (allèle e4 du gène *ApoE*), les travaux sur le rôle de la balance lipidique dans la DMLA et le rôle préventif des oméga-3 avec l'étude NAT2, les nombreuses contributions sur l'imagerie multimodale maculaire et enfin les études cliniques thérapeutiques. Le Pr David Sarraf a terminé son introduction en témoignant des qualités humaines et professionnelles du Lauréat.

Le Pr Eric Souied a ensuite donné une Lecture magistrale sur l'analyse des néovaisseaux choroïdiens, par la récente technique d'angio-OCT (OCT-A). Dans un premier temps, l'analyse en OCT-A des différents types de néovaisseaux (type 1, type 2, type 3), de la vasculopathie polypoïdale et des lésions polypoïdales a été présentée. Le principe de colorisation des images et son utilité ont été démontrés au travers de multiples exemples. L'étape suivante de l'évolution de l'OCT-A a été le "*volume rendering*", la transformation des images en films 3D. Enfin, le Pr Eric Souied a expliqué que l'OCT-A permettait un meilleur suivi des patients atteints de DMLA exsudative, à l'aube de l'apparition des nouvelles thérapies anti-angiogéniques. Il est intéressant de souligner qu'en moins d'une année, une douzaine de publications scientifiques internationales et trois livres sur l'angio-OCT ont été publiés par le service d'ophtalmologie du CHI de Créteil.



## JEUDI 28 JANVIER 2016

### **Contactologie**

sous la présidence  
de L. Bloise

### **DMLA: nouvelles avancées**

sous la présidence  
de S.Y. Cohen

## VENDREDI 29 JANVIER 2016

### **Chirurgie réfractive du cristallin**

sous la présidence  
de T. Amzallag

### **Glaucome**

sous la présidence  
de J.-P. Renard

Lentilles Biofinity®

# Le Silicone-Hydrogel pour tous\*

L'alliance d'une haute oxygénation  
(Dk/e @ -3,00 = 160), d'une hydratation renforcée  
(Hydrophilie = 48 %) et d'un module de 0,75 MPa  
disponible pour tous vos porteurs.\*



\*Biofinity®, Biofinity® toric, Biofinity® multifocal sont des dispositifs médicaux de classe IIa, fabriqués par CooperVision, qui portent le marquage CE n°0088 délivré par l'organisme habilité Lloyd's Register Quality Assurance Limited. Biofinity®, Biofinity® toric, Biofinity® multifocal sont des lentilles mensuelles destinées aux patients myopes, hypermétropes, astigmates ou presbytes sous réserve d'une prescription médicale. Ces dispositifs médicaux ne sont pas pris en charge par l'Assurance maladie excepté dans les indications suivantes : keratocone, astigmatisme irrégulier, myopie  $\geq 8D$ , aphakie, anisométrie  $\geq 3d$  non compensable par des lunettes, strabisme accommodatif. Consultez la notice, l'étiquetage pour plus d'informations.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site :  
[www.coopervision.fr](http://www.coopervision.fr)



CooperVision®  
Live Brightly.\*\*

\*\*Vivez Intensément

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Contactologie

# Presbytie et lentilles de contact



→ C. PEYRE  
Cabinet d'Ophthalmologie,  
PARIS.

L'idée de corriger la presbytie avec des lentilles de contact n'est pas nouvelle. Les premiers prototypes datent de 1938 avec Feinbloom. Avec l'essor des lentilles souples et des lentilles à renouvellement fréquent, les lentilles multifocales (MF) se sont largement répandues. Pourtant, les débuts ont été difficiles.

Il existait un manque de maîtrise de l'adaptation, une fréquence de renouvellement non définie avec un encrassement des lentilles, un prix jugé excessif et des matériaux peu perméables à l'oxygène. Grâce à la topographie et l'aberrométrie, les géométries multifocales se sont améliorées.

Une méthode de réfraction spécifique, combinée à des règles d'adaptation précises propres à chaque lentille, ont permis une maîtrise des résultats visuels.

Les statistiques du marché mondial que nous devons à P. Morgan *et al.* pour 2015 nous montrent la progression constante du marché mondial des lentilles souples multifocales, entre les années 2000 (20 %) et 2015 (48 %). Selon ces mêmes statistiques, nous constatons un vrai recul de la monovision au profit des lentilles MF :

- marché des lentilles souples dans le monde 84 %,
- marché des lentilles souples multifocales 48 %,
- marché des lentilles souples monovision 8 %.

Rappel : la presbytie est liée à une perte d'accommodation, donc perte d'une profondeur de champ et, par voie de conséquence, d'une perte de vision de près. Pour restituer la profondeur de champ, deux méthodes existent. Une méthode active due à la variation de puissance du cristallin : c'est l'accommodation "vraie" déclenchée par le flou rétinien et composée de la triade myosis, convergence, augmentation de la puissance du cristallin. Une méthode passive qui réalise une pseudo-accommodation, c'est la méthode utilisée actuellement avec les traitements laser de surface, les implants cristalliniens et les lentilles multifocales. Cette pseudo-accommodation va être réalisée par modification des aberrations optiques de l'œil.

Les lentilles MF génèrent des aberrations optiques de haut degré. Certaines de type coma sont néfastes, celles agissant sur l'aberration sphérique sont utiles, et vont procurer une amélioration de la vision de près.

De nombreuses nouveautés sont apparues ces 15 dernières années dans le domaine des lentilles MF – aussi bien pour les lentilles souples que les lentilles rigides – ce qui, comme nous allons le voir, nous permet de dire que tout presbyte, quels que soient sa réfraction ou l'état de sa cornée, peut être équipé de lentilles MF.

### Nouveautés en lentilles souples

Beaucoup d'effort ont porté sur l'amélioration des matériaux et du confort. Le silicone hydrogel s'est généralisé, mais en lui associant des traitements de surface et des agents hydratants pour améliorer le confort tout en conservant une haute perméabilité à l'oxygène.

>>> Les agents mouillants dans le matériau et relargués sont les PVA, PVP, HPMC :

- LACREON® Technology : ACUVUE® MOIST multifocal ;
- Phosphorylcholine : Proclear 1 day multifocal.

>>> Les agents mouillants dans le blister sont les HPMC : DAILIES AquaComfort Plus.

Une tendance à diminuer le *modulus* et augmenter l'hydrophilie a permis d'améliorer encore le confort sur l'œil. De nouveaux designs ont vu le jour. La tendance s'est orientée vers des lentilles "customisées" avec des diamètres de zones optiques fonction de l'amétropie et de la puissance d'addition. Face au

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Contactologie

concept de vision simultanée avec des lentilles asphériques, ou sphéro-asphériques, un concept de vision “étirée” est récemment évoqué. Elle repose sur l'utilisation de l'accommodation résiduelle. Ce concept permettrait de raccourcir, voire d'éliminer, le “tricortical” et d'obtenir des résultats visuels quasi immédiats.

Des efforts ont été faits sur les gammes des multifocales toriques de plus en plus nombreuses dans des matériaux performants, utilisant les mêmes designs multifocaux, avec une gamme de cylindre allant couramment jusqu'à -6D.

Le rythme de renouvellement a fait également l'objet de nombreuses recherches, puisqu'actuellement nous disposons de cinq nouvelles lentilles MF journalières, dont certaines sont la réplique de lentilles MF mensuelles connues et qui ont fait leur preuve. Les lentilles à renouvellement traditionnel ont disparu.

### Nouveautés en lentilles rigides

>>> **Lentilles concentriques MF** : ces lentilles sont disponibles à vision de loin ou de près centrale, torique interne, externe et même bitorique. Les lentilles à vision de loin centrale cumulent un fonctionnement simultané et alterné.

>>> **Lentilles segmentées** : jusque là bifocales, elles existent désormais en progressives. Entre les zones sphériques de loin et de près, se situe une bande horizontale asphérique qui restitue la vision intermédiaire, particulièrement utile depuis l'essor de l'informatique notamment.

>>> **Lentilles hybrides MF** : elles sont très utiles pour améliorer le confort, le centrage et la mobilité des lentilles rigides. Le DK de la partie rigide est

de 100, et celui de la partie souple en silicone hydrogel est de 50. Deux géométries sont proposées : VLC et VPC. Elles permettent de corriger tous les types d'astigmatismes, y compris irréguliers (fig. 1).

>>> **Lentilles sclérales MF** : très répandues outre-Atlantique, nous ne disposons pour le moment en France que d'un seul modèle. C'est une vraie solution de confort pour prendre en charge les post-chirurgies réfractives, LASIK, ectasies, souvent compliquées d'anomalies sévères de la surface ocu-

laire et de sécheresse. Là aussi, deux géométries sont proposées : VLC + VPC (fig. 2).

>>> **Lentilles d'orthokératologie** : il s'agit d'une nouvelle opportunité qui s'offre aux presbytes. Certaines contraintes d'utilisation existent pour le moment : éviter les myopies inférieures à -1.50D et supérieures à -4.5D. En effet, le degré de myopie conditionne la puissance de l'anneau périphérique, dont la pente interne conditionne la multifocalité (R. Luscan, Centre de Documentation en Ophtalmologie [CDO] 193).

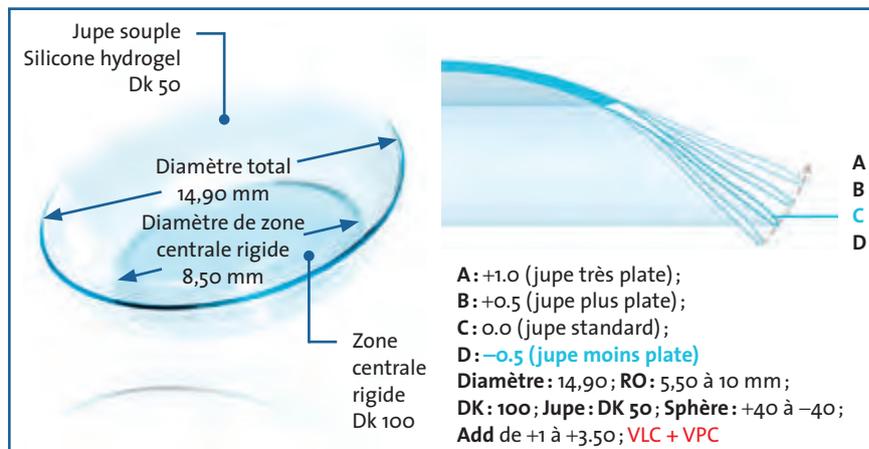


FIG. 1: EyeBrid Silicone Multifocal (LCS).

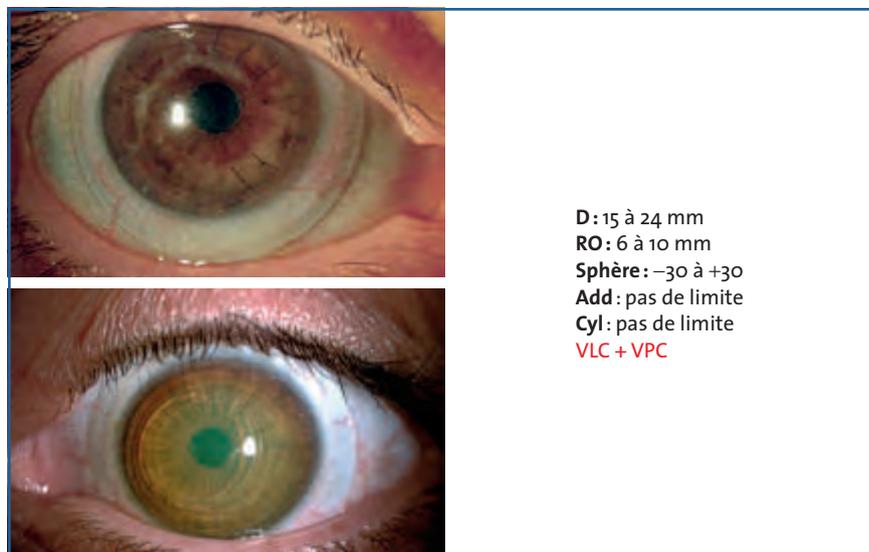
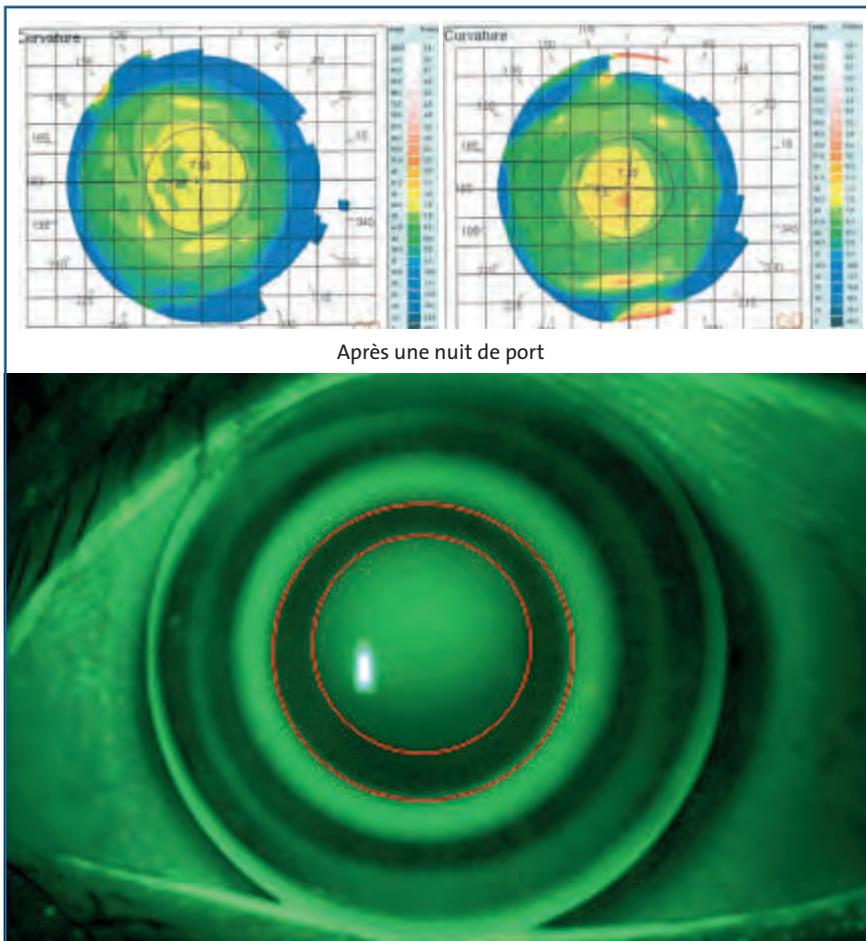


FIG. 2: i-Flex SC MF (Novacel) : lentille sclérale MF “sur mesure”.



Après une nuit de port

FIG. 3 : Orthokératologie et presbytie.

Pour les hypermétropes, il faut une réfraction minimale de +1D et maximale de +3.50D. La puissance initiale à commander sera :  $p = P_vL + 1/2$  de l'addition. À ce jour, il vaut mieux éviter les emmétropes et les astigmatismes > 1.5D (fig. 3).

### Qui dit nouveautés, dit nouvelles indications

En effet, aux indications classiques comme les myopes, les hypermétropes, les astigmatés, les emmétropes, nous pouvons prendre en charge toutes les cornées irrégulières – les kératocônes, les greffes de cornée – mais également les post-chirurgies réfractives et autres

cornées traumatiques. Grâce aux lentilles sclérales, les anomalies de la surface oculaire et la sécheresse oculaire sont accessibles.

Le contrôle de la myopie avec des lentilles à VLC est relativement répandu outre-Atlantique, et en cours d'évaluation (Walline 2014, Smith 2014).

### Pourquoi ce marché n'explose-t-il pas ? Existe-t-il encore des tabous, des réticences, des affirmations fausses ?

L'étude de A. Dinardo *et al.*, réalisée dans le Michigan, a permis de rassem-

bler des informations sur l'efficacité des lentilles de contact *via* des études cliniques publiées et prenant en compte l'avis des porteurs au même titre que celui des adaptateurs.

Objectivement, plusieurs études ont montré l'excellente qualité de la vision sous haut contraste et la petite diminution des performances sous faible luminosité, que ce soit en vision de loin ou de près.

Subjectivement, les patients constatent à 78 % un meilleur confort avec leurs lentilles *versus* leurs lunettes. Ce qui semble ressortir est la nécessité de valider les tâches de la vie quotidienne telles que l'ordinateur, le téléphone portable, la conduite automobile, et ce au détriment de l'usage plus classique des échelles d'acuité.

La monovision est désormais largement détrônée par l'usage des lentilles MF pour les raisons suivantes : sensibilité aux contrastes, stéréoscopie, variété des puissances d'addition, qualité de la vision (Situ 2003, Richdale 2003, Gupta 2009, Fernandes 2013). L'étude comparant la *Balanced progressive technology* (BPT) *versus* monovision a prouvé que, après 15 jours de port, une amélioration de la vision de loin pour l'œil de près et une amélioration de la vision de près sur l'œil de loin. Cela n'a jamais pu être démontré en monovision (Fernandes *et al.*, 2013).

Le presbyte confirmé n'est-il pas un bon candidat ? Les lentilles de nouvelles générations sont "customisées" afin de tenir compte de deux paramètres importants : la taille de la pupille en fonction de la réfraction (myope ou hypermétrope) et la puissance de l'addition. Cela entraîne un nombre très important de profils différents, mais permet ainsi de traiter aussi bien un jeune qu'un presbyte confirmé.

Dans cette étude, il n'a pas été considéré comme un échec le fait de porter occa-

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Contactologie

sionnellement des lunettes pour lire en cas de manque de lumière. 25 % ont “avoué” le faire et 100 % considèrent que ce n'est pas gênant.

Enfin, il est dit que seuls les anciens porteurs de lentilles obtiennent de bon résultat. L'étude a montré que plus de la moitié des adaptations réussies étaient réalisées chez des novices.

#### Conclusion

Les lentilles MF actuelles représentent une solution très efficace, très appréciée et réversible pour corriger toutes les amétropies associées à la presbytie. Désormais, elles viennent au secours de situations parfois complexes comme les astigmatismes irréguliers, la post-

chirurgie, les anomalies de la surface oculaire, de l'œil sec.

Elles peuvent être utilisées dans la freination de la myopie. Elles permettent de suivre, **en douceur**, l'évolution de la presbytie sans brûler les étapes, et elles nous familiarisent à la **multifocalité passive** avec ses quelques halos nocturnes, ses pseudo-compromis visuels, sa perte de contrastes sous faible éclairage. Elles servent, dans tous les cas, à construire le “formatage” cérébral qui permet “d'oublier” la chirurgie réfractive de surface et qui prépare, le moment venu, aux implants MF.

#### Pour en savoir plus

- DINARDO A, FOSSON T. Multifocal Contact Lens Success: Fact or Fiction. Michigan College. CLS Nov. 2014.

- GUPTA N, NAROO SA, WOLFFSOHN JS. Visual comparison of multifocal contact lens to monovision. *Optom Vis Sci*, 2009;86: F98-E105.
- RICHDALE K, MITCHELLE L, ZADNIK K. Comparison of multifocal and monovision soft contact lens corrections in patients with low-astigmatic presbyopia. *Optom and Vis Sci*, 2006;83:266-273.
- SITU P, DU TOIT R, FONN D *et al.* Successful monovision contact lens wearers refitted with bifocal contact lenses. *Eye Contact Lens*, 2003;29:181-184.

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

#### PreserVision 3 maintenant disponible en ligne !

PreserVision 3 est un complément alimentaire à visée oculaire. Sa formule complète, adaptée aux données des dernières études scientifiques, associe trois classes de composants: antioxydants (vitamine C et E, zinc), oméga-3 et caroténoïdes (lutéine et zéaxanthine).

Le laboratoire Bausch + Lomb propose une nouvelle version du site internet PreserVision 3 afin de mieux répondre aux besoins des patients :

- espace patients (informations produit, conseils sur l'alimentation, idées recettes et possibilité de faire des tests sur la vision en ligne);
- commande en ligne et livraison à domicile;
- nouveau centre d'appel au 04 67 13 47 95.

J.N.

D'après un communiqué de presse du laboratoire Bausch + Lomb

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Contactologie

# L'orthokératologie ou le remodelage cornéen



→ **A. SARFATI**  
Cabinet d'Ophtalmologie,  
PARIS.

**L'**orthokératologie ou le remodelage cornéen est l'élimination ou la réduction temporaire de la myopie par l'adaptation d'une lentille rigide de forme spéciale, ayant un rayon plus plat que celui de la cornée.

Les lentilles d'orthokératologie se portent 6 à 8 heures la nuit et s'enlèvent le matin. Elles remodelent la cornée pendant le sommeil, ce qui permet une bonne vision stable pendant la journée, sans recours au port de lunettes ou de lentilles de contact, libérant ainsi les patients des problèmes liés au port diurne (sécheresse, poussière, sport aquatique, risques de perte). De plus, de nombreuses études ont confirmé l'effet freinateur de l'Ortho-K sur la myopie des enfants.

### Principes

Les lentilles d'orthokératologie vont modifier le profil cornéen par remodelage afin d'obtenir une cornée oblate avec une excentricité proche de zéro.

On obtient ainsi (*fig. 1*):

>>> une zone cornéenne centrale aplatie d'un diamètre suffisant pour permettre une vision nette et un bon contraste dans des conditions d'éclairages normales (environ 4 à 5 mm);

>>> une zone annulaire concentrique, plus serrée, entourant la zone centrale.

Plus cette zone est régulière, meilleur est le centrage de la lentille;

>>> une périphérie cornéenne inchangée.

Pour obtenir l'effet voulu, les lentilles d'orthokératologie ont un rayon central très plat, suivi d'une zone de rayons très serrés, à laquelle s'ajoute la zone d'appui périphérique, le tout se terminant par un rayon de dégagement.

La lentille d'orthokératologie est une lentille quadricourbe sans transitions, à double inversion, avec une zone d'appui asphérique. Elle est construite selon le schéma présenté dans les *figures 2 et 3*.

- Une zone cornéenne centrale aplatie, d'un diamètre suffisant pour permettre une vision nette et un bon contraste dans des conditions d'éclairage normales (environ 4–5 mm).
- Une zone annulaire concentrique, plus serrée, entourant la zone centrale. Plus régulière sera cette zone, meilleur sera le centrage de la lentille.
- Une périphérie cornéenne inchangée.

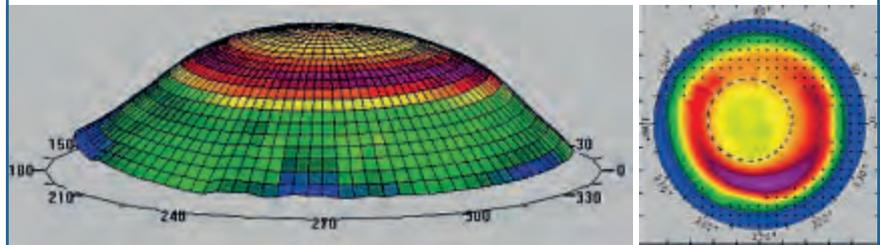


FIG. 1: Buts du remodelage cornéen.

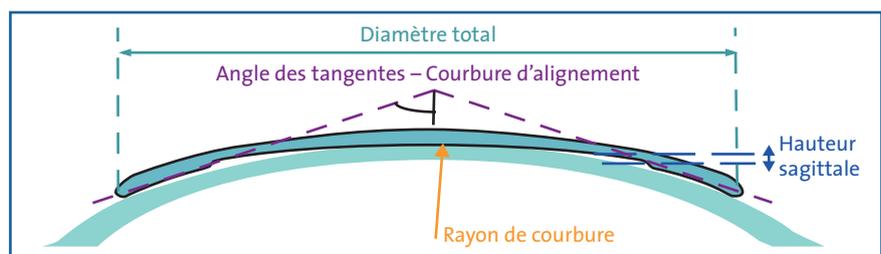


FIG. 2: Géométrie d'une lentille Ortho-K (ex. Menicon Z Night).

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Contactologie

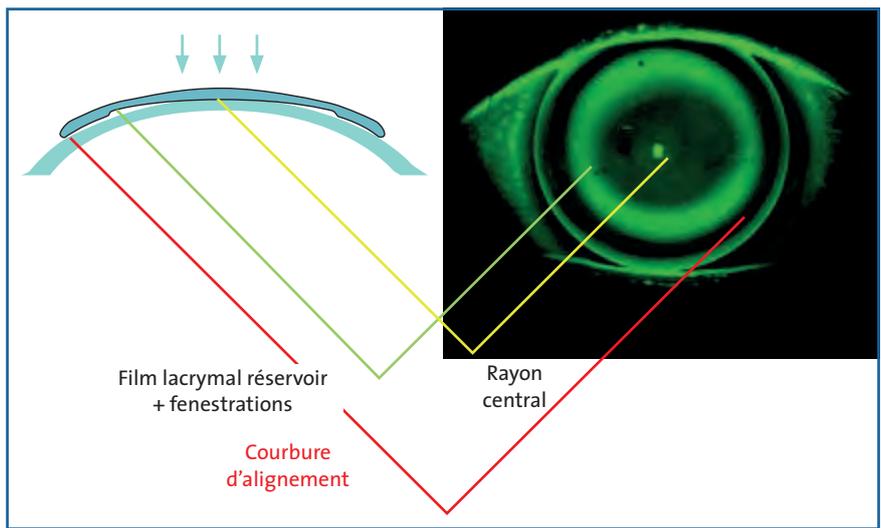


FIG. 3 : Géométrie d'une lentille Ortho-K.

**Bonnes indications**

- Réfractions sphériques entre  $-0.75$  et  $-4D$ .
- Freination de la myopie après 8 ans.
- Valeurs cylindriques jusqu'à  $-2.50D$  avec la règle et  $-1,50$  dpt contre la règle (*design toric*).
- Bonne excentricité cornéenne.
- Astigmatisme total = astigmatisme cornéen.
- Bonne motivation et compréhension de la part du patient (contrat avec consentement).

**Limites**

- Grands diamètres pupillaires lors de fortes corrections.
- Rayons cornéens très plats ( $> 8,30$  mm).
- Tous défauts et irrégularités de la cornée.
- Forte sécheresse oculaire.

TABLEAU I : Indications.

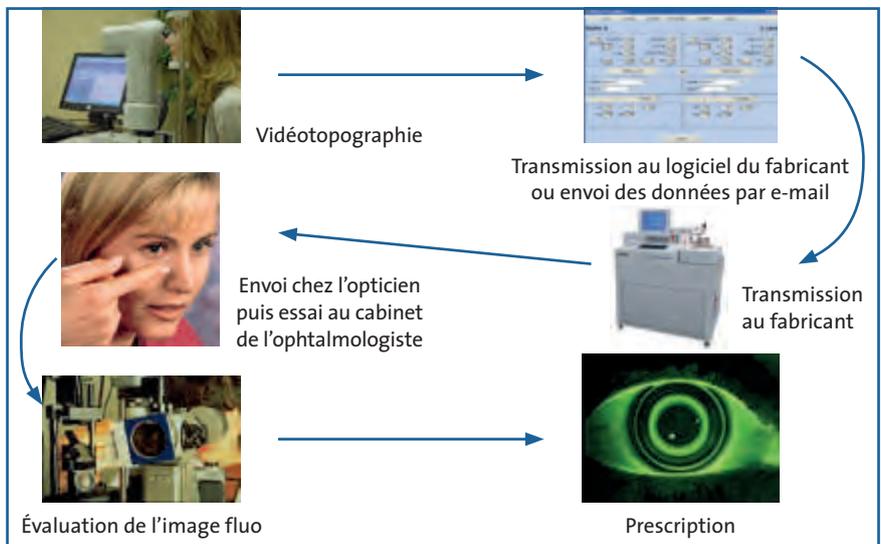


FIG. 4 : Système d'adaptation.

**Le fonctionnement**

Le principe de fonctionnement de l'orthokératologie moderne consiste à ramener, par les forces de pression et de traction, l'excentricité d'une géométrie asphérique continue à une configuration sphérique. De nombreuses études ont montré que la cornée s'amincit au centre pour s'épaissir en zone périphérique [1]. La diminution maximale mesurée de l'épaisseur centrale de l'épithélium se situe entre 20 et 25 microns dans les cas de fortes correction ( $> -4$  dioptries).

**Les lentilles**

En France, nous avons à l'heure actuelle cinq lentilles à notre disposition qui permettent de corriger la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme :

- Ortho-K de Techno-Lens,
- lentilles DRL de Precilens,
- Z Night et Z Night Toric de Menicon,
- CRT, CRT Dual Axis de LCS,
- Overnight d'Ophthalmic.

**Sélection des patients**

Les indications sont présentées dans le **tableau I**.

**Information du patient**

Une information complète sur les possibilités et les effets de l'orthokératologie est importante. Le patient doit être au courant des modifications cornéennes prévisibles et être prêt à assumer les contraintes d'une adaptation avec une série de rendez-vous de contrôle à dates fixes.

**L'adaptation**

Cette adaptation se fait par envoi au laboratoire des données du patient



L'orthokératologie en pratique



Pour adapter plus facilement en orthokératologie  
Télécharger easyfit - [www.e-menicon.fr](http://www.e-menicon.fr) -

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Contactologie

(réfraction, diamètre cornéen, topographie) par Internet ou par les biais d'un logiciel fourni par le fabricant. Avec les données, le laboratoire fabrique la lentille "idéale" et l'envoie à l'ophtalmologiste ou chez l'opticien. L'adaptation se fait ensuite avec les différents contrôles (fig. 4 et 5). Si l'adaptation n'est pas optimale, le praticien envoie au laboratoire sa réfraction finale, la topographie. Ce dernier effectue les modifications nécessaires à l'obtention d'une adaptation optimale.

Au cours de cette adaptation, il n'y a pas de lentille d'essai. La première lentille est considérée comme une lentille définitive, et n'est modifiée que si les résultats de l'analyse des images topographiques ne sont pas satisfaisants. Le praticien n'intervient pas. Il doit envoyer la réfraction et les images topographiques. Le laboratoire fait ensuite lui-même les corrections pour obtenir une bonne adaptation. Les modifications des paramètres de la lentille se feront en fonction de l'analyse des images topographique avec, par exemple, pour Menicon le logiciel Easyfit.

### Les contrôles et leur fréquence :

- réception des lentilles chez l'opticien;
- contrôle chez l'ophtalmologiste après une demi-heure de port puis
- le matin après la première nuit avec les lentilles portées;
- le matin après 1 semaine;
- le matin ou le soir après 3 à 4 semaines;
- ensuite, contrôles réguliers tous les 6 mois;
- changement des lentilles après une année;
- entretien +++.



FIG. 5 : L'adaptation c'est une adaptation médicale.

### Analyse des images en fluorescéine

L'analyse des images fluo avec un filtre jaune – qui permet de mieux visualiser la fluorescéine – donne une bonne indication sur le centrage, la motilité de la lentille et permet de détecter tous les problèmes cornéens. Mais l'image fluo seule ne peut suffire à contrôler l'adaptation en orthokératologie. Elle permet seulement :

- d'éliminer les grosses anomalies dues à des mauvaises prises de mesure topographique,
- de s'assurer d'une bonne *clearance* centrale et périphérique sous la lentille,
- de la bonne motilité de la lentille.

### Aspect des images topographiques

L'adaptation des images topographiques au cours d'un équipement en orthokératologie est un élément essentiel,

et qui peut poser des problèmes si l'on ne sait pas interpréter les cartes topographiques. Une mauvaise analyse peut conduire à un mauvais résultat, voire des complications.

### Les différentes images post-adaptation

On distingue classiquement trois principaux aspects topographiques (fig. 6).

### Freinage de la myopie

Plusieurs études réalisées en Espagne, en Chine et aux États-Unis ont été publiées sur l'effet freinateur de l'orthokératologie sur l'évolution de la myopie chez les enfants, et la sécurité de cet équipement s'il est bien conduit.

Une analyse rétrospective d'études de cas, publiées il y a 10 ans, suggérait que l'orthokératologie pouvait peut-être

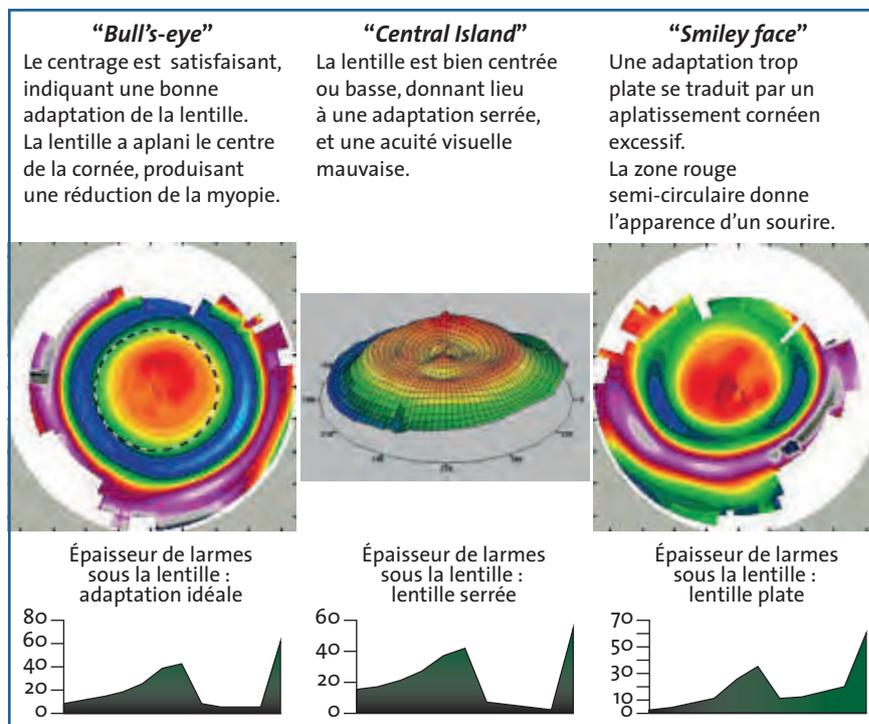


FIG. 6 : Résultats topographiques.

ralentir la progression de la myopie [2, 3].

Ces premières études n'étaient pas randomisées, c'est-à-dire qu'elles comparaient des groupes d'enfants équipés en Ortho-K à des groupes d'une étude antérieure, ou ont permis aux enfants de choisir le groupe Ortho-K ou le groupe témoin.

Les études randomisées ont porté sur la modification de la longueur axiale ou profondeur de la chambre vitrée pour déterminer l'effet de l'Ortho-K sur l'évolution de la myopie, car bien équipés les enfants sont emmétropes tout au long de l'adaptation.

Le **tableau II** montre la variation de la longueur axiale et la réduction en pourcentage de la croissance axiale rapportée par des études déjà publiées. Bien que la réduction des longueurs axiales varie de 33 à 56 % dans ces études, elles ont toutes montrées une réduction de l'allongement du globe d'environ 0,22 mm à 0,32 mm sur 2 ans, ce qui correspond à une réduction de la progression myopie d'environ  $-0.50$  à  $0.75D$  pendant cette période.

Des études plus récentes – Kakita *et al.* (2011) [4] et Santodomingo-Rubido *et al.* (2011) [5] – ont montré une réduction de l'allongement axial de 0,22 mm à 0,23 mm dans le groupe Ortho-K sur 2 ans, bien que la réduction globale

de l'allongement pour cent yeux était légèrement plus faible dans ces deux études. L'étude espagnole a également montré que l'évolution favorable de la qualité de vision des enfants équipés en Ortho-K a amélioré leur qualité de vie par rapport aux enfants porteurs de lunettes.

Depuis 2 ans, plusieurs études randomisées sont en cours. Menées par Pauline Cho de l'université de Hong Kong et Menicon Japon, les études ROMIO (*Retardation of myopia in orthokeratology*) et TO-SEE (*Toric orthokeratology for slowing eye elongation*) comparent deux groupes d'enfants de 6 à 10 ans seulement myopes pour ROMIO et 6 à 12 ans myopes et astigmates pour TO-SEE équipés en Ortho-K, à un groupe témoin en lunettes en mesurant la longueur axiale avec un IOLMaster sous skiascopie. Bien que les résultats ne sont pas encore publiés, une première présentation en janvier 2012 a rapporté que la longueur axiale chez les enfants affectés à porter des lunettes a augmenté de 0,63 mm sur 2 ans, alors que la hausse chez les enfants affectés à orthokératologie était seulement de 0,36 mm, une réduction de 43 % dans l'allongement axial (**fig. 7**).

Enfin, une autre étude randomisée (*High myopia-partial reduction orthokeratology study* [HMPRO]), menée aussi par P. Cho avec le laboratoire Procornea, compare deux groupes d'enfants : le

groupe composé d'enfants ayant des myopies supérieures à 6D équipés en Ortho-K jusqu'à 4D et avec un complément de lunettes au groupe témoin seulement en lunettes. Là encore, les résultats après 1 an sont significatifs avec une longueur axiale qui a évolué seulement de 0,07 mm pour le groupe Ortho-K plus lunettes contre 0,29 mm pour le groupe témoin en lunettes.

Ainsi, on voit bien avec cette dernière étude que c'est le changement "topographique" avec cet anneau concentrique plus serré, typique de l'Ortho-K, qui serait à l'origine de l'effet freinateur en Ortho-K ; puisque même avec une réduction partielle de la myopie, on a un impact d'une élongation du globe oculaire.

Les études sur les animaux ont montré que, même si la fovéa reçoit une image nette, c'est le défocus hypermétropique sur la périphérie de la macula qui serait responsable de l'augmentation de la longueur axiale [6]. Chez l'homme, on sait que les yeux myopes sont généralement plus hypermétropes dans la périphérie de la fovéa, tandis que les yeux hypermétropes sont généralement plus myopes dans la périphérie de la fovéa [7]. Les enfants myopes, porteurs des verres de lunettes ou de lentilles de contacts "standard", vont avoir cette défocalisation périphérique hypermétrope ou défocus hypermétropique [8]. Cependant, les yeux myopes équipés en

Études	Longueur axiale Groupe contrôle sur 2 ans	Longueur axiale Groupe Ortho-K	Différence entre longueur axiale du groupe contrôle et du groupe Ortho-K	% de réduction de la longueur axiale
Choo 2006	0,54 mm	0,29 mm	0,25 mm	46 %
Walline 2009	0,57 mm	0,25 mm	0,32 mm	56 %
Kakita 2011	0,61 mm	0,39 mm	0,22 mm	36 %
Santotomingo- Rubido 2011	0,70 mm	0,47 mm	0,23 mm	33 %

**TABLEAU II :** Variation de la longueur axiale des différentes études publiées.

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Contactologie

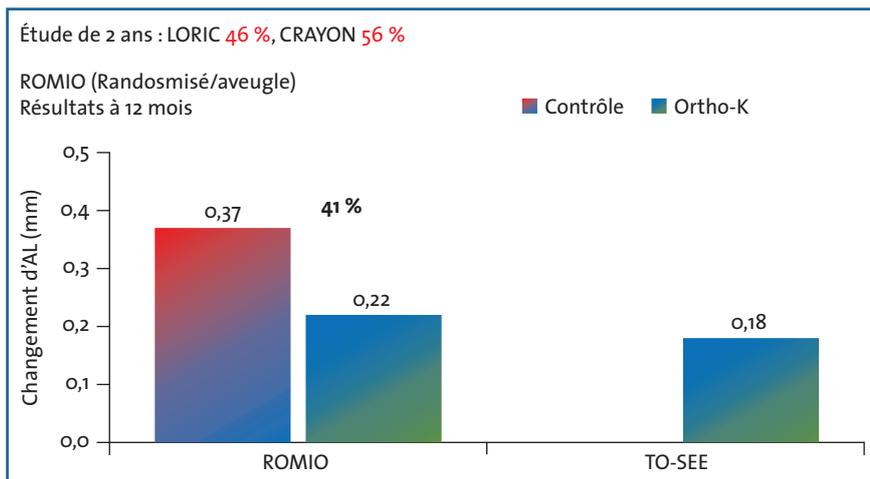


Fig. 7 : Les études : ROMIO et TO-SEE.

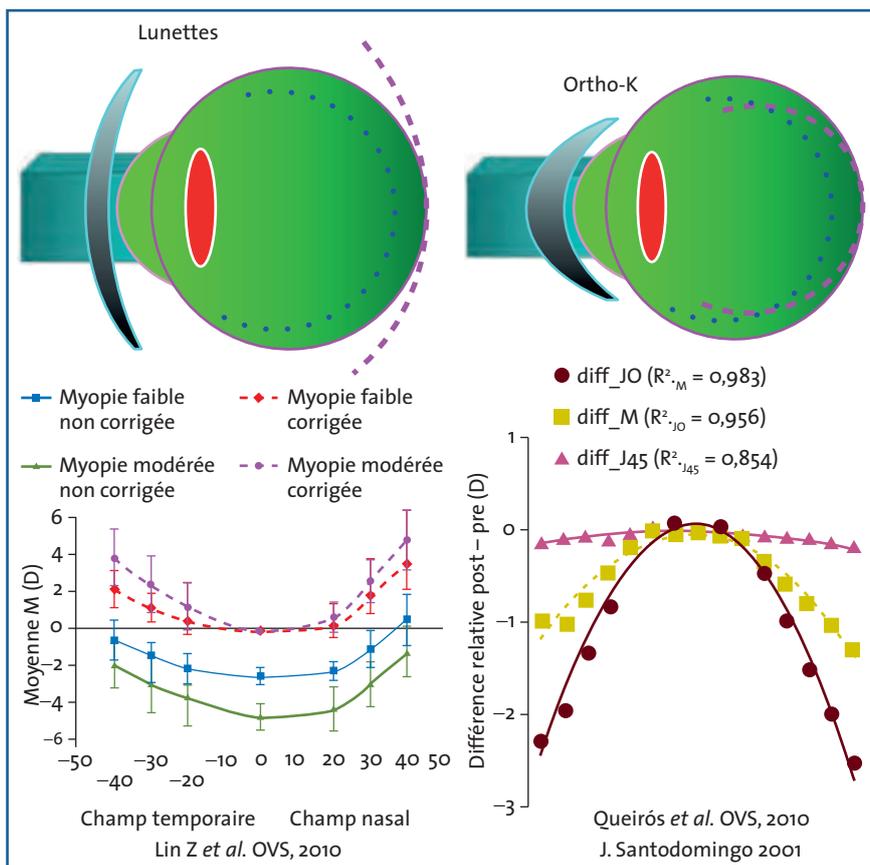


Fig. 8 : Effet freinateur. Réfraction périphérique : Ortho-K et lunettes.

orthokératologie produisent un changement de défocalisation périphérique qui d'hypermétropique va devenir myopique, bloquant ainsi le défocus hypermétropique responsable du signal de croissance du globe (*grow signal*). Cela pourrait donc expliquer pourquoi orthokératologie ralentit la progression de la myopie (fig. 8).

### Conclusion

L'orthokératologie nous offre un moyen supplémentaire de corriger la myopie, mais elle doit être considérée comme un moyen thérapeutique de freination de la myopie.

### Bibliographie

- ALHARBI A et al. The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2003;44:2518-2523.
- REIM TR et al. Orthokeratology and adolescent myopia control. *Contact Lens Spectrum*, 2003;18:40-42. www.clspectrum.com. Accessed December 14, 2011.
- CHEUNG SW et al. Asymmetrical increase in axial length in the two eyes of a monocular orthokeratology patient. *Optom Vis Sci*, 2004;81:653-656.
- KAKITA T et al. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011;52:2170-2174.
- SANTODOMINGO-RUBIDO J et al. Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain (MCOS): Refractive and biometric changes. *Optom Vis Sci*, 2011;88:E-abstract: 110916.
- SMITH EL 3<sup>rd</sup>. Prentice Award Lecture 2010: A case for peripheral optical treatment strategies for myopia. *Optom Vis Sci*, 2011;88:1029-1044.
- MUTTI DO et al. CLEERE Study Group. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007;48:2510-2519.
- LIN Z et al. Peripheral defocus with single-vision spectacle lenses in myopic children. *Optom Vis Sci*, 2010;87:4-9.

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

## QUESTIONS FLASH

### Contactologie

## Vision binoculaire et presbytie

C. COSTET

Cabinet d'Ophtalmologie, NICE.

**L**es contactologues, de même que les chirurgiens réfractifs, font face à une demande croissante de patients arrivés à l'âge de la presbytie. Les résultats des adaptations de lentilles sur le plan oculomoteur peuvent être bénéfiques, mais sont parfois compliqués avec décompensation de strabismes, de diplopie, très mal vécus par les patients, surtout s'ils n'en ont pas été avertis.

La presbytie agit sur tous les éléments de l'accommodation, mais la convergence accommodative demeure stable (modification du rapport AC/A). Des troubles de vision binoculaire préexistants sont susceptibles de se décompenser spontanément, ou à l'occasion d'une modification de correction optique. De plus, le passage d'une correction par lunettes à un port de lentilles peut modifier l'effort accommodatif en l'augmentant chez le myope: le verre concave, équivalent à deux prismes opposés, par leur sommet, diminue l'effort de convergence, donc l'effort accommodatif, ce qui ne sera plus le cas avec des lentilles. L'inverse se produit chez l'hypermétrope, dont l'effort accommodatif sera soulagé par le port de lentilles.

Les situations à risque sont à rechercher par l'interrogatoire et l'examen clinique: antécédents de strabisme, réfraction subjective et objective (cycloplégie jusqu'à l'âge de 50 ans), position de torticolis, test de l'écran, motilité oculaire, *punctum proximum* de convergence, test de vision stéréoscopique. Un bilan orthoptique complet est prescrit en cas de doute. Il faudra

être prudent en cas de strabisme, d'équilibre oculomoteur fragile, avec phories, paralysies oculomotrices (congénitales de la quatrième paire crânienne notamment), insuffisance de convergence. Amblyopie, anisométrie sont des facteurs de risque supplémentaires.

La décompensation d'un trouble oculomoteur est souvent dépendante du type d'adaptation envisagée.

L'hypermétropie saturée peut être bénéfique chez l'hypermétrope présentant un strabisme convergent ou une ésophorie. À l'opposé, elle risque de majorer l'angle d'exotropie des hypermétropes divergents, notamment les patients divergents consécutifs opérés de strabismes convergents dans l'enfance.

La monovision impose beaucoup de prudence devant toute anomalie de vision binoculaire, surtout en cas de problème oculomoteur latent. Un strabisme constant peut ne pas être une contre-indication formelle, sous réserve d'une possibilité d'alternance en vision de loin et de près. L'étude de la dominance oculaire est primordiale dans tous les cas.

La multifocalité est le système préservant le mieux la vision binoculaire, même si elle est intégrée dans une monovision aménagée. La préservation de la vision stéréoscopique contribuerait largement à expliquer la préférence des patients pour ce type d'adaptation.

Une rééducation orthoptique peut améliorer le confort des patients en aidant à contrôler une décompensation phorique, ou en augmentant l'amplitude de fusion d'une insuffisance de convergence. Elle est formellement contre-indiquée en l'absence de vision binoculaire, dans tous les strabismes précoces en correspondance rétinienne anormale, la levée d'une neutralisation dans ces cas pouvant exposer le patient à une diplopie incoercible.

En conclusion, l'analyse de la vision binoculaire est incontournable à l'âge de la presbytie, en particulier si on envisage une adaptation de type hypermétropie saturée ou monovision. Une anomalie de vision binoculaire ne contre-indique pas une adaptation en lentilles, sous réserve d'en faire le diagnostic, d'analyser la situation en fonction du type d'adaptation envisagé et d'en informer le patient.

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

## Les matériaux des lentilles souples en 2016

L. BLOISE

Centre d'Ophtalmologie, SAINT-LAURENT-DU-VAR.

**L'**origine de toutes les lentilles de contact souples revient à la découverte en 1961 de l'HEMA (hydroxyméthacrylate) par Otto Wichterle. Ce matériau, l'HEMA, reste à la base de toutes les lentilles souples du marché aujourd'hui.

### [ L'hydrogel

C'est un polymère capable de conserver une certaine quantité d'eau, et est constitué de trois types de monomères :

- des monomères hydrophiles qui vont interagir avec l'eau et former la composante de base de l'hydrogel (HEMA, GMA, VP, MA, PC);
- des monomères hydrophobes pour la résistance mécanique;
- des agents de réticulation permettant d'accroître la résistance mécanique et thermique du matériau.

## QUESTIONS FLASH

### Contactologie

Les hydrogels ont été, dans un premier temps, séparés en deux groupes en fonction de leur ionicité. En effet, les matériaux ioniques sont plus sensibles aux changements de pH et d'osmolalité et aux composants des solutions d'entretien par rapport à ceux non ioniques. De plus, ils ont une plus grande interaction avec l'environnement oculaire; ils absorbent davantage le lysozyme et toutes les autres protéines oculaires chargées positivement. C'est pourquoi la *Food and Drug Administration* (FDA) [1] a proposé une classification en quatre groupes en fonction de leur ionicité et de leur teneur en eau (**tableau I**), dans le but de prévenir les interactions des composants du film lacrymal et des solutions d'entretien avec le matériau.

Toutes les lentilles en hydrogels ont des Dk (perméabilité du matériau à l'O<sub>2</sub>) inférieur à 39. En 1999, Harvitt et Bonanno ont défini un Dk/e (transmissibilité à l'oxygène) minimum pour un

port journalier sans risque d'hypoxie à 35 et pour le port nocturne à 125. C'est pour résoudre ces problèmes d'hypoxie que le matériau silicone hydrogel est apparu à la fin des années 90.

#### Le silicone hydrogel

C'est un matériau biphasique avec :

- une phase hydrogel constitué de monomères hydrophiles permettant une perméabilité hydraulique et ionique. Cette phase permet l'apport d'éléments nutritifs à la cornée ainsi que l'évacuation des déchets de son métabolisme, une bonne mobilité et mouillabilité de surface et, au final, un meilleur confort ;
- une phase silicone hydrophobe, constitué soit de TRIS, soit de TRIS couplé avec des macromères, soit de macromères seuls. Elle permet d'augmenter la perméabilité à l'oxygène, mais la surface de ces lentilles présente des zones hydro-

phobes qui sont masquées par un traitement de surface (oxydation plasmique, revêtement de surface), soit par la présence d'agents mouillants (PVP) enchâssés dans la matrice. Le silicone hydrogel à base de macromères ne nécessite aucun traitement car la mouillabilité est inhérente au matériau lui-même.

La FDA a créé pour ce matériau un groupe V [2] qui a dû être subdivisé, car les silicone hydrogels aussi n'ont pas tous les mêmes comportements vis-à-vis du film lacrymal et des composants des solutions (**tableau II**).

#### Les tendances en 2016

En dépit de l'introduction de nouveaux matériaux et de nouvelles solutions d'entretien, le pourcentage de porteurs se plaignant de sécheresse et d'inconfort n'a pas beaucoup diminué, même si le silicone hydrogel a résolu les problèmes d'hypoxie cornéenne liée au port de lentilles souples à faible Dk/e, mais pas les complications infectieuses.

Les tendances sont pour les hydrogels à augmenter la teneur en eau et pour les silicones hydrogels à diminuer la quantité de silicium. La finalité étant d'obtenir des lentilles avec des Dk/e > 40 (minimum requis pour un port journalier sans risque) et des teneurs en eau plus élevées pour des modules de rigidité plus faible et meilleure mouillabilité, améliorant ainsi le confort et des surfaces antimicrobiennes pour diminuer l'adhésion des bactéries, réglant ainsi les complications infectieuses.

#### Bibliographie

1. STONE R. Why contact lens groups? *Contact Lens Spectrum*, 1988;3:38-41.
2. STONE R. FDA Takes Steps Toward Updating Guidance. *Contact Lens Spectrum*, 2014;29:58-59.

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

	Teneur en eau	Groupe	Dk
Non ioniques	< 50 %	I	de 4 à 15
–	> 50 %	II	de 22 à 39
Ioniques	< 50 %	III	de 9 à 16
–	> 50 %	IV	de 16 à 24

TABLEAU I : Classification FDA des hydrogels.

Sous-groupes	Descriptions	Exemples
5A	Silicone hydrogel contenant un monomère hydrophile ionique	PureVision
5B	Silicone hydrogel à teneur en eau élevée (> 50 %)	Ophthalmic HR, MyDay, Clarity
5C	Silicone hydrogel à faible teneur en eau (< 50 %) sans modification de surface	Biofinity
5Cm	Silicone hydrogel à faible teneur en eau (< 50 %) avec une surface modifiée par une réaction covalente	AirOptix
5Cr	Silicone hydrogel à faible teneur en eau (< 50 %) utilisant des réseaux interpénétrés	Oasys

TABLEAU II : Silicone hydrogel groupe V.

## Lentilles jetables journalières et presbytie

K. VIS CHOUKROUN  
ROQUEBRUNE-CAP-MARTIN.

Ces dernières années ont vu l'augmentation de prescriptions à la fois des lentilles jetables journalières et des lentilles pour la presbytie. Depuis 2 ans, de nouvelles lentilles jetables pour presbytes avec de nouvelles géométries sont apparues sur le marché.

Une lentille jetable journalière sera une bonne indication en cas d'utilisation ponctuelle pour le sport ou événements festifs, d'allergie ou en double équipement associé à une lentille à renouvellement moins fréquent. Le côté pratique ne doit pas faire oublier les règles élémentaires d'hygiène et le respect du renouvellement. C'est à nous de savoir les proposer dès le début de la presbytie, période charnière quelquefois mal vécue, car les patients ne sont pas toujours informés de leur existence.

Une bonne connaissance des principes optiques des lentilles et des différents types de correction possible est indispensable. La dominance oculaire doit être notée dès le début de l'adaptation.

Le discours à adopter face à nos patients, parfois un peu déroutés, positivra l'adaptation et la manipulation pouvant sembler insurmontables, et informera que la plupart des activités sera possible (travail sur écran, téléphone portable, lecture, courses...). La seule limite est une exigence importante pour la vision de près ou la conduite nocturne (possibilité de halos) selon le type d'équipement.

Il existe divers équipements possibles :

- **Lentilles + lunettes :** les lentilles jetables journalières corrigent la vision de loin, et une paire de lunettes de près est rajoutée pour les activités demandant une vision rapprochée si celle-ci est occasionnelle.

- **L'hypermétropie saturée** pour les hypermétropies supérieures à 2D. L'avantage est l'utilisation de lentilles simples unifocales, procurant également un soulagement de l'accommodation sans perte de contraste ni de stéréoscopie. C'est une bonne alternative en attendant de passer à la multifocalité.

- **Les monovisions :**

- la monovision simple, peu utilisée en France (un œil corrigé en vision de loin et l'autre en vision de près), présente plus d'inconvénients que d'avantages et est à réserver aux jeunes presbytes, myopes ou emmétropes ou anisométropes ;

- la monovision aménagée est beaucoup plus intéressante : l'œil dédié à la vision de loin est corrigé avec une lentille unifocale (sphérique ou torique), tandis que l'œil dédié à la vision de près est équipé avec une lentille multifocale. On retrouve une bonne sommation en vision intermédiaire. Une autre solution est l'adaptation de deux lentilles corrigeant au mieux la vision de loin mais avec deux additions différentes, la moins forte pour l'œil dominant de loin ;
- la *modified monovision* comprend deux lentilles multifocales de même géométrie et de même addition, mais en saturant la vision de loin sur l'œil dédié à la vision de près.

- **Les lentilles multifocales :** elles sont basées sur le système de la vision simultanée, et nécessitent un temps d'accoutumance. En renouvellement journalier, elles ont toutes une géométrie à vision de près centrale et donnent une bonne vision intermédiaire. La gamme actuelle s'étend de -10 à +6 dioptries, et certaines sont en silicone hydrogel. Elles peuvent avoir soit une addition

progressive unique, soit 2 ou 3 profils d'addition. Le premier essai débute après détermination de l'œil dominant et de l'addition minimale. Les lentilles doivent être posées au moins 1 heure, et le contrôle de l'acuité peut nécessiter un ajustement. L'acuité se mesure en vision binoculaire sans réfracteur, et l'optimisation se fait à l'aide d'un biface de  $\pm 0,25$  sur l'œil dédié à la vision déficiente en contrôlant l'autre vision à chaque modification.

Il est tout à fait possible de panacher les types de correction et même le type de lentilles.

>>> L'amétropie et les besoins visuels de chacun sont à prendre en compte, et conditionnent le type d'équipement.

>>> L'emmétrope presbyte sera le plus difficile à satisfaire en lentille souple, et il ne faut pas hésiter – en fonction de sa motivation – à s'orienter dans ce cas vers un équipement en lentille rigide pour presbytie, mais qui nécessite un port plus régulier.

## Correction du presbyte astigmatique en lentilles de contact

K. VIS CHOUKROUN  
Cabinet d'Ophtalmologie,  
ROQUEBRUNE-CAP-MARTIN.

L'astigmatisme affecte à divers degrés plus de 1/4 de la population, et son adaptation en lentilles de contact se complique à l'âge de la presbytie. Nous aurons, face à nous, soit des astigmatiques déjà équipés et devenus gênés lors de leur vision de près (garder la même géométrie de lentille si c'est possible), soit des nouveaux patients pour qui c'est le premier équipement en lentilles.

## QUESTIONS FLASH

### Contactologie

Lors d'un équipement de presbytie, il est important de noter la dominance visuelle avant tout début d'adaptation.

Un astigmatisme peut éventuellement être négligé s'il est direct ou conforme à la règle, et s'il est faible ( $< 1D$ ). En revanche, il ne peut être négligé s'il est pur ou supérieur au  $1/4$  de la sphère qui lui est associée.

L'astigmatisme indirect ou non conforme est beaucoup plus pénalisant que l'astigmatisme direct : s'il n'est pas corrigé, la baisse d'acuité visuelle est plus importante que pour la même valeur absolue d'un astigmatisme conforme non corrigé.

De même, une baisse d'acuité visuelle sera d'autant plus perceptible que le cylindre est fort pour une variation minimale de l'axe (d'où des axes par pas de  $1^\circ$  pour des cylindres  $> 3D$ ).

Un astigmatisme non corrigé peut entraîner de nombreux signes fonctionnels, oculaires voire généraux, et dans ce cas ne doit pas être négligé.

De la même façon, la correction d'une presbytie peut-elle être négligée ? Oui, si la presbytie est faible et qu'elle n'impacte pas le confort visuel, ou si les activités du patient lui permettent encore de rester sans correction de près. Chez un astigmatisme avec une hypermétropie  $> 2D$ , il est possible de saturer la vision de loin de l'œil dédié à la vision de près ou des deux yeux (on retarde ainsi l'échéance de la correction multifocale).

Le calcul de la première lentille est à déterminer en tenant compte de la distance verre/œil (à compter de plus de 4 dioptries), et ce en décomposant la formule lunettes selon les deux méridiens.

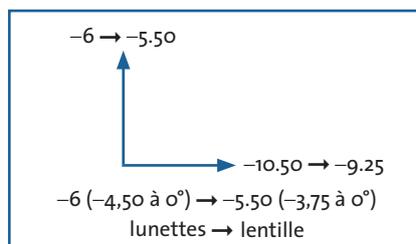
**>>> Exemple d'une formule lunettes :**  
 $-6 (-4,50 \text{ à } 0^\circ)$

Selon les tables de conversion :

$-6 \rightarrow -5.50$  et  $-10.50 \rightarrow -9.25$

Formule lentille :

**$-5.50 (-3,75 \text{ à } 0^\circ)$**



**Exemple d'une formule lunettes :**

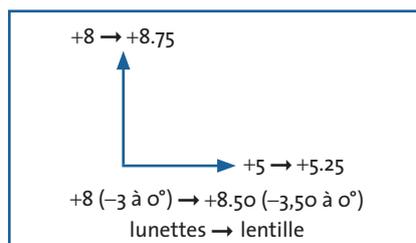
$+8 (-3 \text{ à } 0^\circ)$

Selon les tables de conversion :

$+8 \rightarrow +8.75$  et  $+5 \rightarrow +5.25$

Formule lentille :

**$+8.75 (-3,50 \text{ à } 0^\circ)$**



Une fois cette formule calculée, il y a lieu de déterminer la valeur de l'addition.

Pour les lentilles toriques multifocales, il y a toutes les possibilités d'addition : unique ou multiple, sans jamais surcorriger l'addition. La géométrie de ces lentilles est soit à vision de loin centrale, soit à vision de près centrale ; elle permet une possibilité de panachage (concept de la "Balanced Progressive Technology" où la lentille à vision de loin centrale est à poser sur l'œil dominant de loin). Le choix du matériau se portera en première intention sur du silicone hydrogel, sinon en hydrogel hydraté. Lors du contrôle du premier essai, une fois l'acuité visuelle évaluée, la stabilisation de la lentille torique est contrôlée à la lampe à fente au moyen des traits repères ainsi que la vision de près avec un éclairage suffisant. Si une

optimisation est nécessaire (plus souvent après quelques jours), elle se fera toujours en vision binoculaire sans réfracteur et avec un biface de  $\pm 0,25$  sur l'œil en charge de la vision déficiente (loin ou près), et en revérifiant à chaque fois la stabilité de l'autre vision. Si cette optimisation est insuffisante, il est possible de modifier les additions : moins forte sur l'œil dédié à la vision de loin si cette dernière est déficiente et plus forte sur l'œil de près pour améliorer la vision de près. Un astigmatisme unilatéral et presbyte peut être équipé de façon asymétrique et simple par une lentille torique unifocale et une lentille sphérique progressive sur l'œil non astigmatique. Commencer par adapter le plus simple possible au départ est souvent une solution. Ces adaptations d'astigmatisme presbyte sont moins fréquentes et un peu plus complexes, mais nous avons actuellement à notre disposition une large gamme de lentilles toriques multifocales, y compris des lentilles personnalisées avec un choix de plusieurs diamètres et plusieurs rayons de courbure en matériau silicone hydrogel. Le passage à des lentilles rigides est conseillé en cas d'insatisfaction sur la qualité visuelle.

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

## Débuter en orthokératologie

**M. LECONTE**

Service d'Ophthalmologie, CHR Orléans La Source, ORLÉANS.

**D**ébuter en orthokératologie est source de stress, d'inquiétude et d'incertitude. Comment surveiller la cornée ? Comment vais-je convaincre le patient ? Comment organiser le suivi ? Quelle est la myo-

pie maximale que je dois adapter? À quel âge débiter? Autant de questions normales et non exhaustives que nous devons nous poser.

La multiplication des indications de l'orthokératologie et son rôle primordial dans la freination de la myopie nous obligent, en 2016, à proposer cette correction optique à nos patients jeunes et moins jeunes. Voici comment débiter:

### Les premiers patients

Pour débiter en orthokératologie, il est préférable de sélectionner des patients présentant les caractéristiques suivantes:

- myopie jusqu'à -3 dioptries;
- astigmatisme cornéen < 0.75D;
- astigmatisme interne < 0.75D;
- rayon de courbure à l'apex cornéen < 7,8 mm (> 43D);
- excentricité > 0.3;
- dilatation pupillaire "raisonnable" (5 mm en condition photopique).

Il est important de sélectionner ces patients "faciles" afin d'avoir un taux d'adaptation réussie proche de 100 % au début. Cela mettra le praticien en confiance, et permettra de diffuser l'orthokératologie auprès d'un plus large public.

### Mise au point sur l'excentricité cornéenne

L'excentricité cornéenne ( $e$ ) est basée sur un calcul mathématique correspondant à la formule suivante:

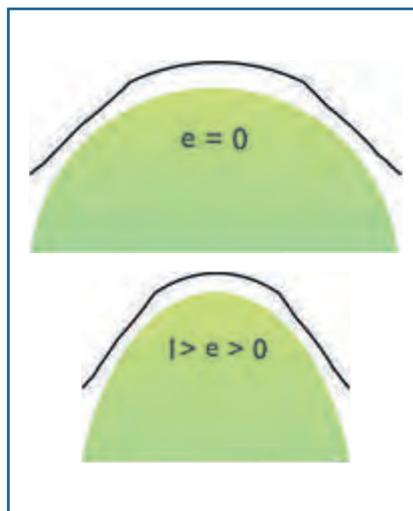
$$e = \sqrt{\frac{|r_c^2 - r_s^2|}{r_s^2 \times \sin^2 \infty}}$$

Cela revient à mesurer la différence entre le rayon de courbure central de la cornée et les millions de rayons de courbure de la cornée fournis par la topographie. Il existe donc des millions de valeurs d'excentricité différentes pour chaque cornée. Nos topographes simplifient ces données en fournissant l'excentricité à 4 mm de l'apex pour le méridien le plus cambré et le méridien le plus plat.

Une cornée sphérique (comme un ballon de football, **fig. 1**) aura une excentricité égale à 0. Une cornée cambrée au sommet et s'aplatissant en périphérie (comme un ballon de rugby) aura une excentricité élevée.

Plus l'excentricité est élevée, plus le modelage cornéen pourra être important. Il est couramment admis qu'une myopie de -1D peut être corrigée en orthokératologie quelle que soit l'excentricité. Ensuite, il faut 0.21 d'excentricité pour chaque dioptrie de myopie supplémentaire. Ainsi, l'excentricité sert à mesurer la myopie corrigible selon la formule suivante:

$$\text{Myopie corrigée} = 1 + e/0.21$$



**FIG. 1:** Schéma représentant une cornée sphérique dont l'excentricité est égale à 0 et une cornée asphérique dont l'excentricité est comprise entre 0 et 1.

### Organisation du suivi du patient

Lors du premier rendez-vous, une information claire et appropriée doit être fournie et, de préférence, en laissant une feuille d'information au patient et/ou aux parents. Nos patients étant souvent jeunes, il est important que, si un parent est absent lors de la consultation, il puisse avoir un support pour comprendre et adhérer aux principes de l'adaptation. L'adaptation n'étant pas prise en charge par la Sécurité sociale, il faut fournir un devis pour le forfait d'adaptation.

Les examens de base à réaliser sont les suivants:

- réfraction,
- examen en lampe,
- topographie spéculaire.

Les rendez-vous de contrôle auront lieu après la première nuit de port (J1), ensuite à 7 jours (J7), puis à 1 mois (M1) et parfois à 3 mois (M3). Les examens de base décrits ci-dessus sont répétés à chaque consultation.

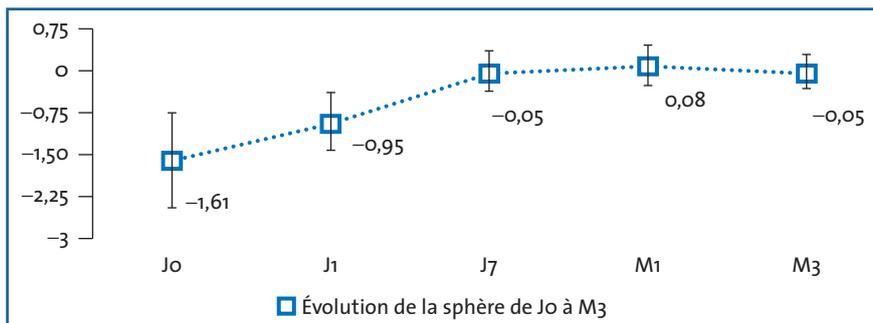
### Résultat réfractif attendu

En partant d'une myopie faible, une modification de l'acuité visuelle sans correction est ressentie par le patient dès le premier jour (**fig. 2 et 3**). Un léger *staining* cornéen peut être visible en lampe à fente. Il est à surveiller mais ne nécessite pas d'arrêter l'adaptation. La topographie montre un début de modification sur les cartes tangentielles à type "d'œil de bœuf". Il est souvent nécessaire de fournir des lentilles journalières pour le confort visuel du patient en attendant l'emmétropie.

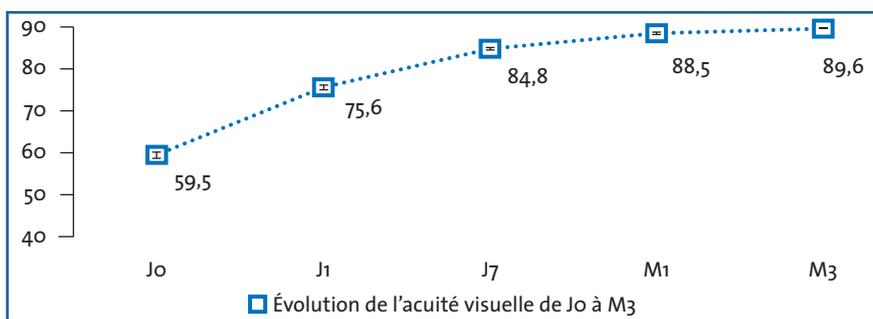
Lors du rendez-vous à 7 jours, les patients sont normalement autonomes et décrivent une vision parfaite en condition photopique. L'œil de bœuf de la topographie est nettement visible

# QUESTIONS FLASH

## Contactologie



**FIG. 2 :** Évolution de la sphère moyenne sur 32 yeux adaptés en orthokératologie et dont la myopie de départ est inférieure à  $-3D$ .



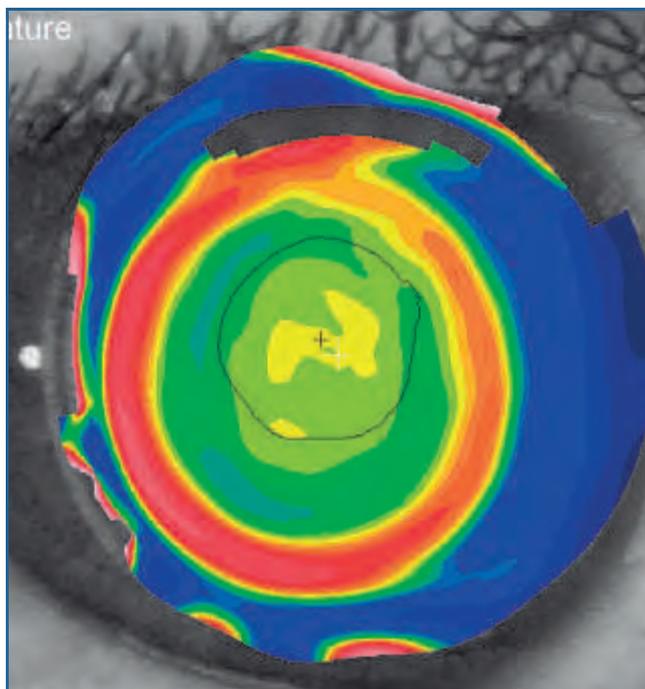
**FIG. 3 :** Évolution de l'acuité visuelle en échelle ETDRS chez le même sous-groupe de patients ( $n = 32$ ; myopie  $< -3D$ ).

(*fig. 4*). En cas de décentrement de la lentille, la zone optique ne paraîtra pas centrée sur la topographie. Une nouvelle sémiologie topographique est à découvrir. À 1 mois, la zone de traitement visible sur la topographie est encore augmentée. L'ordonnance définitive est rédigée.

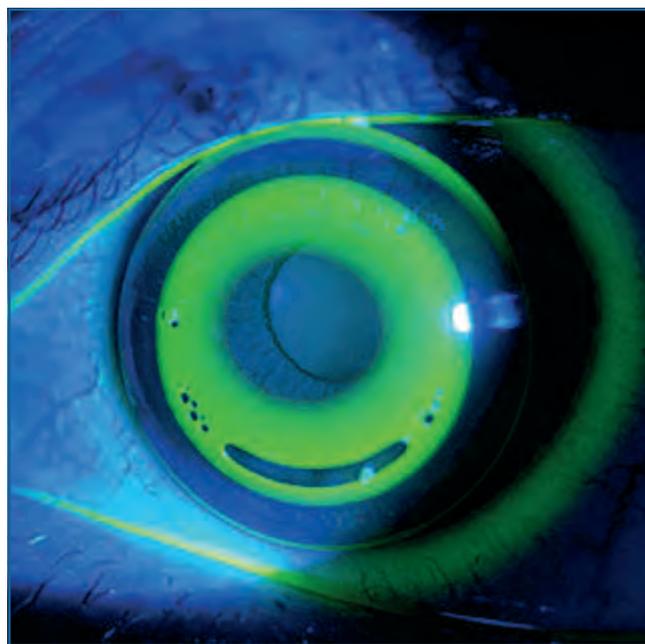
À chaque rendez-vous, le patient doit apporter ses lentilles afin qu'elles puissent être examinées sur ses yeux. Les méthodes de suivi sont variables selon les praticiens, mais il est courant d'examiner les lentilles en lampe à fente après la première nuit. Cet examen n'est répété qu'en cas d'aspect évocateur de décentrement sur la topographie cornéenne (*fig. 5*).

### Conclusion

Le rôle de l'orthokératologie sur la freination de la myopie est maintenant prouvé [1]. L'orthokératologie est donc



**FIG. 4 :** Image topographique à J7 de l'œil droit d'une patiente myope de  $-1.25D$ . Notez la grande dimension de la zone optique comparée aux limites de l'iris. Cela garantit une vision sans halos.



**FIG. 5 :** Image en lampe à fente avec un filtre bleu de cobalt d'une lentille d'orthokératologie. Notez les perforations dans la zone de réservoir de larmes pour éviter le ventosage cornéen. Les quelques bulles présentes dans la moitié inférieure de la zone de réservoir de larmes sont normales lors d'un examen avec de multiples clignements de paupières.

amenée à se développer de façon exponentielle en France dans les années à venir. Seule une formation rapide des ophtalmologistes permettra d'adapter de façon sécurisée pour les patients.

#### À retenir :

- Les lentilles actuelles d'orthokératologie permettent de corriger la myopie jusqu'à -6D, l'astigmatisme jusqu'à -3D et l'hypermétropie jusqu'à +3D.
- La topographie spéculaire est indispensable pour la création de la lentille

et pour le suivi du patient adapté en orthokératologie.

- Les visites de contrôle ont lieu après 1 nuit, 7 nuits, 1 mois et 3 mois de port.
- Une excentricité faible est une cause d'échec si la myopie à corriger est trop élevée.

Myopic Progression in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ophthalmol*, 2015;2015:360806. doi: 10.1155/2015/360806. Epub 2015 Jun 11.

#### Bibliographie

1. WEN D, HUANG J, CHEN H *et al*. Efficacy and Acceptability of Orthokeratology for Slowing

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

### Extension des paramètres Biotrue ONEday pour Presbytes

Actuellement disponible en addition *Low* (+0.75D à +1.50D), Biotrue ONEday pour Presbytes sera également disponible en addition *High* (+1.75D à +2.50D).

Biotrue ONEday pour Presbytes est une lentille conçue en HyperGel qui s'inspire de la biologie des yeux des porteurs :

- elle satisfait le besoin en oxygène de l'œil ouvert, sans utiliser de silicone, pour préserver la santé oculaire;
- elle offre un équilibre de vision à chaque distance avec la même géométrie que PureVision 2 pour Presbytes en mensuelles;
- elle délivre la puissance d'addition annoncée : une lentille prédictible pour une adaptation réussie dès le 1<sup>er</sup> essai;
- elle présente la même teneur en eau que la cornée, et conserve son hydratation tout au long de la journée pour un confort optimal.

D'après une enquête réalisée auprès de 136 médecins, 85 % confirment que la puissance de lentille correspond à la réfraction lunettes.

Biotrue ONEday pour Presbytes est disponible en boîte de 5 lentilles à l'essai et en boîtes de 30 à la vente.

Biotrue ONEday est également disponible pour les myopes et les hypermétropes.

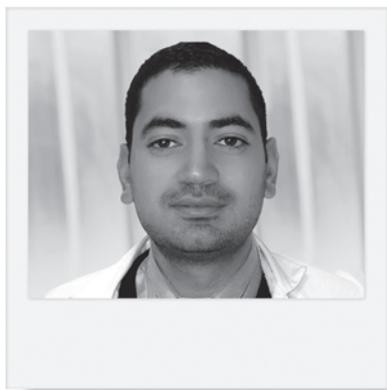
J.N.

D'après un communiqué de presse du laboratoire Bausch + Lomb

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### DMLA : nouvelles avancées

# L'OCT-angiographie va-t-elle révolutionner la pratique de l'imagerie de la DMLA ?



→ **M. SROUR, O. SEMOUN,  
A. MIERE, E. SOUIED**  
Centre hospitalier intercommunal  
de Créteil, CRÉTEIL.

L'imagerie de la vascularisation rétinienne et choroïdienne a longtemps reposé sur l'analyse de l'angiographie en fluorescence (AF) et en infrarouge (ICG).

L'avènement du *Spectral Domain OCT* (SD-OCT) a permis une visualisation fine des détails micro-architecturaux choroïdiens, méritant amplement son appellation de "coupe" *in vivo* de la rétine, ou B-scan. Plus récemment, le développement de l'OCT en face, ou C-scan, a offert une visualisation des tissus choroïdiens dans un plan frontal. L'OCT-angiographie (OCT-A) combine l'imagerie de l'OCT en face à la détection des mouvements au sein des structures vasculaires choroïdiennes, à partir de coupes OCT B-scan répétées rapidement et grâce

à une "décorrélation" de l'amplitude du signal obtenu [1]. Il devient ainsi possible de visualiser sans injection de produit de contraste les différentes structures vasculaires choroïdiennes, normales ou pathologiques, en trois dimensions.

À partir de l'ensemble des coupes OCT B-scan acquises, les différents logiciels permettent une reconstruction 3D dans l'axe frontal, avec détection des flux à différentes profondeurs. Par défaut, ces logiciels offrent une segmentation automatique au niveau du réseau capillaire rétinien superficiel, du réseau capillaire rétinien profond, de la rétine externe et de la choriocapillaire. Cette segmentation, ainsi que son épaisseur, peuvent être modifiées manuellement afin d'analyser la couche souhaitée. Enfin, l'examen peut être fait au cabinet sans infirmier, sans service de réanimation à proximité lié au risque de choc anaphylactique. Comment l'OCT-A va-t-elle révolutionner la pratique de l'imagerie de la DMLA exsudative ?

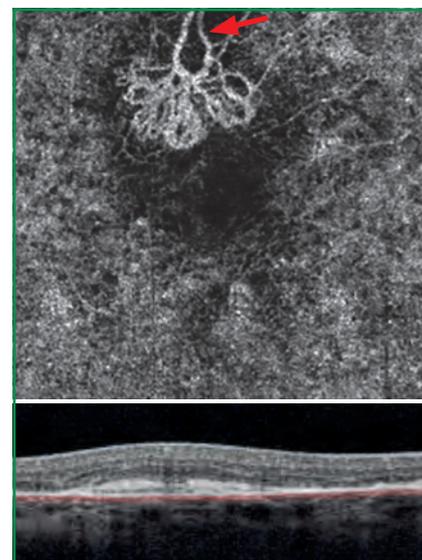
### L'OCT-A dans la DMLA exsudative

>>> Les néovaisseaux (NV) de type 2, ou "visibles", sont des NVC qui franchissent la membrane de Bruch, puis l'épithélium pigmentaire, pour se développer dans l'espace préépithélial rétinien.

Aujourd'hui, l'OCT-A permet d'individualiser deux morphotypes caractéris-

tiques des NV de type 2 : en forme de "méduse" ou en forme de "glomérule" [2] (**fig. 1**). Ces images sont retrouvées au sein de la segmentation, passant par la rétine externe ainsi que dans la couche choriocapillaire. Ces lésions sont entourées d'un halo sombre péri-lésionnel, et parfois un tronc nourricier se poursuit dans la choroïde.

>>> Les néovaisseaux de type 1, ou "occultes", sont des néovaisseaux choroïdiens "sous-épithéliaux" qui se développent entre la membrane de Bruch et l'épithélium pigmentaire (EP). Ils représentent le phénotype le plus fréquent de la DMLA exsudative.



**FIG. 1 :** Néovaisseau de type 2 en OCT-A avec coupe OCT B-scan correspondante : aspect de glomérule. La segmentation passant par la choriocapillaire montre une lésion hyperréfléctive à flux élevé en forme de "glomérule", bien limitée, avec visualisation du *feeder vessel* (flèche rouge).

En OCT-A, les néovaisseaux de type 1 vont apparaître comme une lésion hyperdense, à flux élevé, au niveau de la segmentation passant par la choriocapillaire. Parfois, il est possible d'identifier le *feeder vessel*, c'est-à-dire le tronc nourricier qui alimente la membrane néovasculaire (**fig. 2**). Nous retrouvons deux aspects de ces NVC en OCT-A :

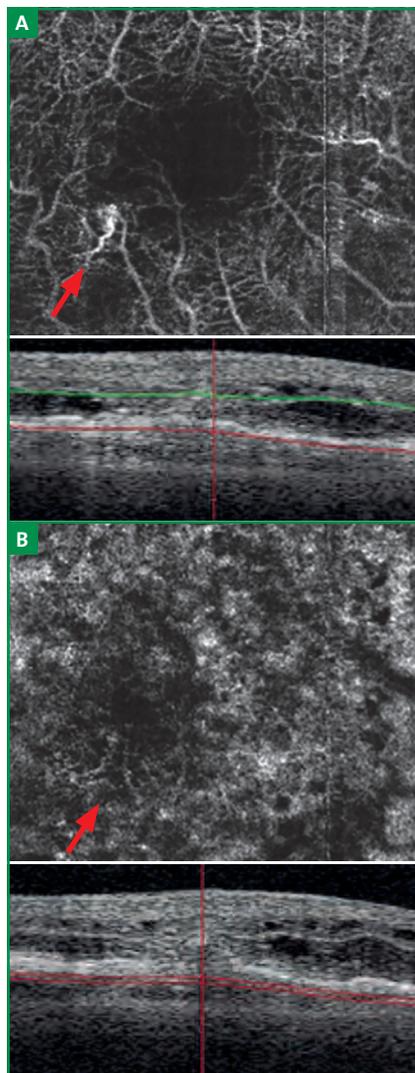
- l'aspect de méduse dans lequel les petits vaisseaux s'étendent dans toutes les directions, à partir du centre de la lésion ;
- le *sea fan* (aspect de corail) dans lequel les vaisseaux vont dans une direction unique.

Actuellement, une étude dans le service montre une bonne corrélation de la taille des NVC de type 1 en OCT-A comparativement à l'ICG.

>>> La néovascularisation de type 3 est une forme particulière de DMLA néovasculaire. Cette forme de DMLA exsudative est souvent localisée aux bords de la zone avasculaire centrale. Les termes d'anastomose choro-rétinienne (ACR) et de prolifération angiomateuse rétinienne (PAR ou, plus communément, RAP en anglais) ont été utilisés auparavant pour décrire cette prolifération vasculaire intra- et/ou

sous-rétinienne. Le terme de néovascularisation de type 3, proposé par Freund, unifie ainsi les divergences sur l'origine de ce complexe vasculaire.

L'OCT-A permet une analyse de la néovascularisation de type 3 [3], en permettant de visualiser à la fois le trajet et l'origine de cette néovascularisation.

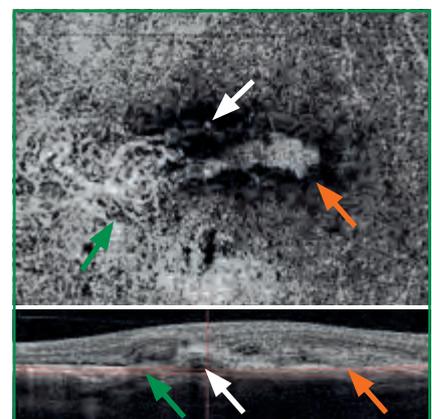


**FIG. 3 :** Aspect en OCT-A d'une néovascularisation de type 3 avec coupe OCT B-scan correspondante. A : segmentation passant par la rétine externe. Au niveau de la segmentation de la rétine externe, il existe une petite lésion à flux élevé (**flèche rouge**) en forme de touffe (*tuft*). B : segmentation passant par la choriocapillaire. On visualise une lésion grisâtre sous forme d'une lésion glomérulaire (**flèche rouge**).

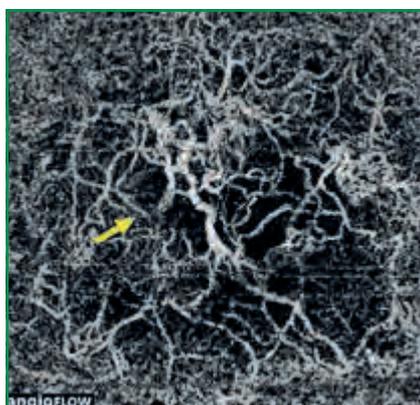
En OCT-A, on visualise un complexe intrarétinien vasculaire à type de mèche (*tuft*) (**fig. 3**) dans la segmentation, passant par la rétine externe. Nous retrouvons aussi la présence d'une lésion glomérulaire dans la segmentation correspondant à la choriocapillaire.

>>> La vasculopathie polypoïdale est caractérisée par des dilatations polypoïdales et la présence d'un réseau choroïdien anormal, bien observé en angiographie en infrarouge (ICG). En OCT, les polypes apparaissent comme des élévations en dôme de l'épithélium pigmentaire (EP) modérément hyperréfléctives. Le réseau choroïdien anormal réalise un soulèvement plan et irrégulier de l'EP (*double-layer sign*).

L'angio-OCT (OCT-A) visualise, au niveau de la segmentation choriocapillaire, le réseau choroïdien anormal comme une lésion hyperdense avec flux (**fig. 4**). Les lésions polypoïdales apparaissent dans la plupart des cas comme des structures rondes hypodenses sans flux, ou comme des structures rondes hyperdenses avec flux entourées d'un halo hypodense [4].



**FIG. 4 :** Vasculopathie polypoïdale associée à des néovaisseaux choroïdiens de type 2 chez un patient naïf de traitement avec coupe OCT B-scan correspondante. En OCT-A, au niveau de la choriocapillaire, le réseau choroïdien anormal apparaît comme une lésion hyperdense avec flux (**flèches vertes**), la lésion polypoïdale comme une structure ronde hypodense (**flèches blanches**) et le néovaisseau comme une structure hyperdense avec flux (**flèches oranges**).

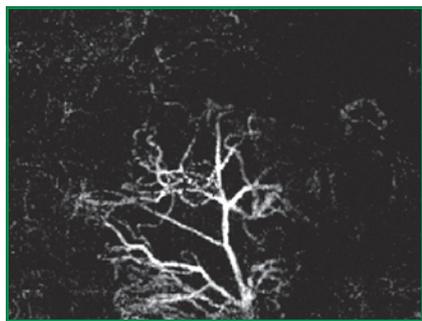


**FIG. 2 :** Néovaisseau de type 1 en OCT-A : aspect de méduse. La segmentation passant par la choriocapillaire montre le complexe néovasculaire qui se présente comme une lésion hyperdense, à flux élevé, en forme de méduse. Le *feeder vessel* est bien visualisé (**flèche jaune**).

## MISES AU POINT INTERACTIVES DMLA : nouvelles avancées

Cette absence de signal hyperdense au sein du polype ne signifie pas qu'il n'y a pas d'écoulement de sang, mais plutôt que les caractéristiques du flux sanguin ne répondent pas aux critères de détection de l'OCT-A. Soit le flux est trop élevé ou trop faible, soit une autre explication possible pourrait être le caractère turbulent du flux sanguin à l'intérieur des lésions polypoïdales. L'absence de signal détecté en OCT-A pourrait aussi être expliquée par le flux sanguin circulant seulement à la périphérie du polype, ou que les traitements par photothérapie dynamique ou anti-VEGF entraîneraient une hyalinisation du polype avec obstruction de la lumière et l'absence de flux au sein de ce dernier. En parallèle, le réseau choroïdien anormal, qui est caractérisé par un flux sanguin linéaire, est clairement détecté par l'OCT-A.

>>> L'évolution des lésions néovasculaires choroïdiennes vers la fibrose marque un tournant sur le pronostic visuel. En contraste avec l'aspect des lésions fibrosées visualisées en SD-OCT, on retrouve en OCT-A une persistance de flux vasculaire (*fig. 5*) à l'intérieur de la lésion fibrosée, dans la grande majorité des DMLA fibreuses. Nous avons décrit trois types d'aspect [5] : "arbre mort", "lacs enchevêtrés", ou "boucle vasculaire". Parfois s'y associe un halo sombre. Il est intéressant de noter que, jusqu'à présent, aucune classification intéressante de la fibrose n'avait été publiée. La compré-



**FIG. 5 :** Lésion fibreuse en OCT-A. En OCT-A, au niveau de la rétine profonde, persistance d'un flux vasculaire avec aspect en "arbre mort".

hension de la fibrose à travers l'OCT-A est un élément important concernant les futures thérapeutiques de la DMLA comme le Fovista.

### [ Suivi des NVC en OCT-A

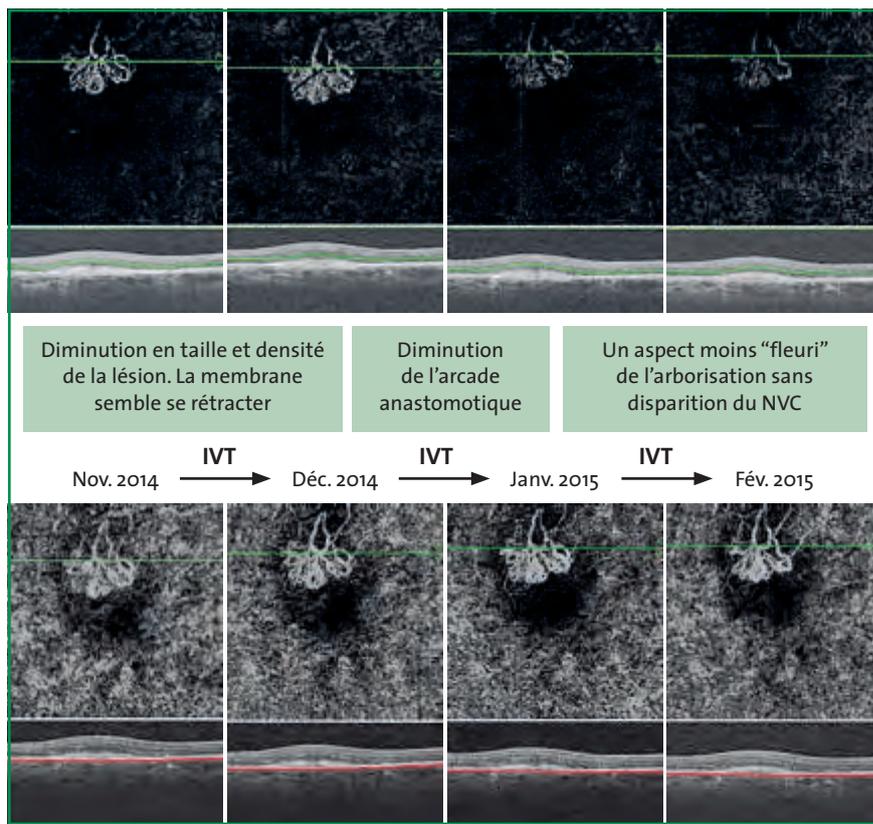
L'OCT-A peut également être utile pour le suivi des NVC de manière générale. Après traitement par injection intravitréenne (IVT) d'anti-VEGF, la lésion néovasculaire peut devenir de moins en moins visible dans la segmentation correspondante, en diminuant de taille et de densité avec un aspect plus rétracté de la membrane néovasculaire, une raréfaction de l'arcade anastomotique périphérique et un aspect moins fleuri. Il semble aussi s'imposer que les NVC ne disparaissent jamais malgré les traite-

ment anti-VEGF et l'absence d'activité en SD-OCT (*fig. 6*).

L'analyse quantitative des NVC en OCT-A permet d'évaluer la réponse des anti-VEGF sur la surface des NVC. Le suivi quantitatif des NVC permettrait dans le futur de guider la décision de retraitement à la fois sur l'augmentation de la surface des NVC en OCT-A et sur les signes exsudatifs en SD-OCT, et pourra ainsi devenir une référence en routine clinique pour le suivi des NVC.

### [ Limites de l'OCT-A

Il existe cependant des limites à cette nouvelle technologie qu'est l'OCT-A. Pour le moment, on utilise une petite fenêtre d'acquisition de 3×3 mm pour



**FIG. 6 :** Évolution des néovaisseaux de type 2 en OCT-A dans la course du traitement. Diminution en taille et en densité de la lésion, la membrane semble se rétracter. Raréfaction de l'arcade anastomotique périphérique, un aspect moins "fleuri" de l'arborisation sans disparition du NVC.

avoir une bonne définition. La qualité des images dépend du patient : il doit avoir une excellente fixation, une bonne dilatation, sans cataracte importante. Le signal de décorrélation n'est pas proportionnel à la vitesse d'écoulement, et sera identique au-dessus d'une certaine valeur (ce phénomène est connu comme "limite de saturation"). Ainsi, il est possible de ne pas visualiser un flux en OCT-A sur une structure pour laquelle le flux sanguin n'atteint pas le niveau de détection de l'appareil. Enfin, l'OCT-A ne permet pas de révéler la rupture de la barrière hématorétinienne, qui est un signe important d'activité néovasculaire.

Par ailleurs, la possibilité d'artefact ne peut être totalement exclue dans cette nouvelle imagerie. L'artefact de projection en OCT-A a été décrit par Spaide [6], qui a élucidé ce phénomène. En effet, l'EP et les structures antérieures à l'EP sont très réfléchissants avec l'algorithme de

décorrélation. Par conséquent, les flux analysés de manière plus antérieure vont pouvoir se projeter dans les segmentations plus postérieures comme la choriocapillaire, et gêner l'interprétation des flux réellement présents dans cette zone.

## Conclusion

Dans la DMLA exsudative, l'OCT-A est une imagerie non invasive, sans risque allergique avec une acquisition rapide, permettant la visualisation des NVC sans colorant. L'OCT-A est une évolution normale de l'AF. Le suivi quantitatif des NVC reste possible, mais avec une nouvelle sémiologie à "apprivoiser". L'interprétation des images reste encore limitée par les artefacts, mais les améliorations rapides de la technologie OCT-A en font un élément incontournable de la prise en charge future de la DMLA exsudative.

## Bibliographie

1. JIA Y *et al.* Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*, 2012;20:4710-4725.
2. EL AMEEN A *et al.* Type 2 neovascularization secondary to age-related macular degeneration imaged by optical coherence tomography angiography. *Retina* (Philadelphia, Pa), 2015;35:2212-2218.
3. MIERE A *et al.* Optical coherence tomography angiography in early type 3 neovascularization. *Retina* (Philadelphia, Pa), 2015;35:2236-2241.
4. SROUR M *et al.* Optical coherence tomography angiography characteristics of polypoidal choroidal vasculopathy. *Br J Ophthalmol*, 2016 Feb 2. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307892. [Epub ahead of print]
5. MIERE A *et al.* Optical coherence tomography angiography features of subretinal fibrosis in age-related macular degeneration. *Retina* (Philadelphia, Pa), 2015;35:2275-2284.
6. SPAIDE RF *et al.* Image artifacts in optical coherence tomography angiography. *Retina* (Philadelphia, Pa), 2015;35:2163-2180.

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



# AngioScan

L'Angiographie-OCT est maintenant à votre portée

Réalisez vos examens d'angiographie simplement et voyez la rétine autrement.

Avec la fonction AngioScan, profitez des avantages du tracking en temps réel.

Visualisez la microvascularisation de la rétine, sans injection de colorant.



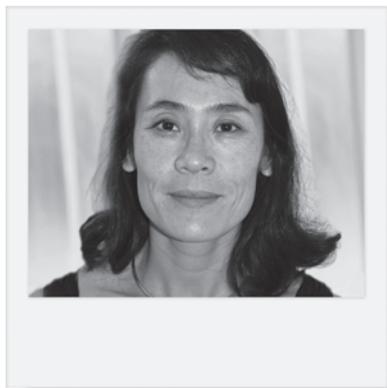
VENEZ DÉCOUVRIR NOS NOUVEAUTÉS À LA SFO!

**Indications :** dispositif médical de Classe IIa / Certifié par le TÜV / CE0123. Le balayage de la rétine NIDEK avec la base de données normative est un système d'imagerie ophtalmologique sans contact pour l'observation et l'imagerie en coupe axiale croisée des structures oculaires. Il est employé par une imagerie et la mesure in vivo de la rétine, de la couche de fibre nerveuse rétinienne et de la papille optique comme moyen d'aide au diagnostic et à la gestion de la maladie rétinienne. En outre, l'adaptateur de segment antérieur de l'oeil (unité à lentille spéciale) montée sur la lentille d'objectif du corps principal permet une observation non effractive et sans contact de la forme du segment antérieur de l'oeil tels que la cornée ou l'angle de la chambre antérieure. Informations de bon usage : dispositif médical destiné aux professionnels de santé. L'utilisation de ce dispositif est à l'usage des ophtalmologistes ou autres médecins, infirmières, technologues cliniques et optométristes. Les précautions de sécurité et les procédures d'utilisation, notamment, doivent être parfaitement assimilées avant l'utilisation de ce dispositif. Veuillez lire attentivement les instructions figurant dans le manuel d'utilisation. Matériel fabriqué par NIDEK CO.,LTD. Date de dernière mise à jour : janvier 2016.

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### DMLA : nouvelles avancées

# Quelle stratégie thérapeutique en DMLA exsudative en 2016 ?



→ S. NGIEM-BUFFET  
Centre d'Imagerie et de Laser, PARIS.  
Hôpital Avicenne, BOBIGNY.

**D**eux anti-VEGF pour injection intravitréenne sont, en pratique, actuellement disponibles en France : le ranibizumab et l'aflibercept. Ils ont tous deux une autorisation de mise sur le marché (AMM) dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) exsudative et une prise en charge complète par l'Assurance Maladie.

>>> Le ranibizumab est disponible depuis 2007. Son efficacité et sa tolérance sont bien établies [1, 2]. Après injection intravitréenne, le passage systémique est très faible. Son AMM est particulièrement souple avec trois injections initiales suivies d'un régime libre.

>>> L'aflibercept est arrivé un peu plus tard, disponible depuis fin 2013. Il présente une action anti-VEGF (*Vascular*

*endothelial growth factor*) mais également anti-PlGF (*Placental growth factor*). Son efficacité et sa tolérance sont excellentes dans la pratique [3, 4]. Son AMM est plus contraignante avec trois injections mensuelles suivies d'une injection tous les 2 mois la première année. Le régime est plus libre lors de la deuxième année d'utilisation.

### Quelles différences entre ranibizumab et aflibercept ?

Différentes informations ont été diffusées dans les réunions scientifiques concernant les différences éventuelles entre les produits. En faveur de l'aflibercept, on a suggéré un pouvoir asséchant plus important, une plus longue durée d'action, une plus grande efficacité dans les décollements de l'épithélium pigmentaire (DEP) néovascularisés et dans les vasculopathies polypoidales.

Le pouvoir asséchant plus important a été suggéré sur des études *post hoc* menées après réalisation de l'étude VIEW. Ainsi, à 3 mois, le pourcentage de patients asséchés par le ranibizumab était d'environ 70 % contre 80 % dans les groupes aflibercept [5]. De nombreuses études *switch* sont également apparues intéressantes, montrant une efficacité anatomique de l'aflibercept chez les patients résistant au ranibizumab dans 1/3 des cas environ. Il est important cependant de se méfier des analyses *post hoc* qui n'ont pas une grande valeur scientifique, et de se rappeler que les études de *switch* ne comportent pas de groupe contrôle.

Concernant la plus longue durée d'action, les enquêtes réalisées sur les prescriptions ne montrent pas de différence en nombre de flacons délivrés entre le ranibizumab et l'aflibercept. Des études ont été menées aux États-Unis comme en France.

Quant à la plus grande efficacité de l'aflibercept sur les DEP néovascularisés, on note plusieurs études de *switch* positives. Cependant, les études comparatives menées sur les yeux naïfs ne montrent pas de différences d'acuité visuelle, entre les groupes traités par aflibercept ou ranibizumab [6]. Il s'agit cependant d'études habituellement rétrospectives et comparatives.

La plus grande efficacité de l'aflibercept sur les polypes est suggérée par de nombreux auteurs asiatiques. Il s'agit d'études de *switch* mais également d'études d'yeux naïfs [7]. Cet effet pourrait être dû à un amincissement global plus important de la choroïde, qui est aujourd'hui démontré par différentes études [8-10].

Au total, on pourrait dire pour l'aflibercept que le pouvoir asséchant plus important est possible mais pas démontré, que la plus longue durée d'action n'est probablement pas réelle, que la plus grande efficacité dans les DEP néovascularisés n'est pas certaine. En revanche, la plus grande efficacité sur les polypes est probable compte tenu de l'existence d'une épaisseur choroïdienne habituellement augmentée, chez les patients présentant une vasculopathie polypoidale.

En défaveur de l'aflibercept, différents éléments ont également été avancés,

d'une part, un plus grand risque théorique d'atrophie et, d'autre part, un plus grand risque d'accident vasculaire cérébral et accident ischémique transitoire. Le lien réel entre amincissement choroïdien et atrophie n'est pas actuellement prouvé dans la DMLA contrairement à la myopie forte. Il s'agit d'un raisonnement dérivé de l'étude CATT qui compare le ranibizumab au bevacizumab. Le ranibizumab asséchant davantage la rétine a été associé à davantage d'atrophie. Le raisonnement serait que si l'aflibercept asséchait encore davantage la rétine, il y aurait davantage d'atrophie. Ce raisonnement paraît donc très hypothétique.

Concernant le plus grand risque d'accident vasculaire cérébral, l'Agence européenne des médicaments (*European medicines agency* [EMA]) avait émis initialement une petite réserve, observant un taux important de ce type d'accidents chez les patients de plus de 85 ans. Cependant, ces données n'étaient pas adjudiquées. Il y avait de plus des données discordantes pour les classes d'âge 75-85 ans. Ce qui est démontré en revanche, c'est la différence de passage systémique entre les deux molécules, avec une durée de détection dans le sérum de l'ordre de 1 mois pour l'aflibercept contre quelques heures pour le ranibizumab [11]. Cela aboutit à une inhibition plus prolongée du VEGF circulant après injection intravitréenne d'aflibercept. Il n'y a pas, à notre connaissance, de conséquence clinique à ce jour.

Ainsi, comme on le voit, les différences suggérées sur l'utilisation de tel ou tel produit ne reposent pas sur un niveau de preuve très important. Les seules différences prouvées sont, à ce jour, l'existence d'un passage systémique plus important de l'aflibercept et l'existence d'un amincissement de la choroïde, également plus important sous aflibercept et non sous ranibizumab. D'un point de vue pratique, l'AMM est

plus contraignante pour l'aflibercept, et le ranibizumab est disponible sous la forme d'une seringue préremplie, ce qui facilite son utilisation.

### Quelle stratégie thérapeutique en 2016 ?

Ma pratique actuelle consiste à proposer plutôt l'aflibercept en première intention devant les vasculopathies polypoïdales, dans les DEP néovascularisés dont la hauteur est supérieure à

250 microns et dans toutes les situations où la choroïde est assez épaisse. Dans les autres cas, j'utilise plutôt le ranibizumab en première intention et, en particulier, dans tous les cas de choroïde mince. Les deux raisons principales sont son passage systémique limité et l'existence d'une AMM plus souple.

Quel que soit le produit utilisé, je propose un traitement en trois phases : une phase d'induction, une phase d'évaluation et une phase d'entretien (*fig. 1 et 2*).

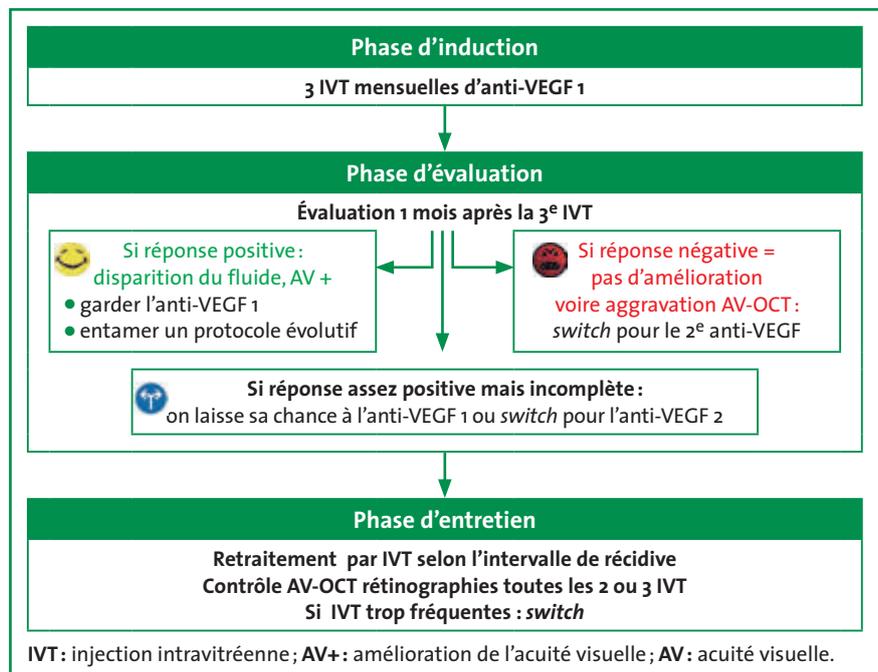


FIG. 1 : Schéma thérapeutique de la DMLA exsudative par anti-VEGF.

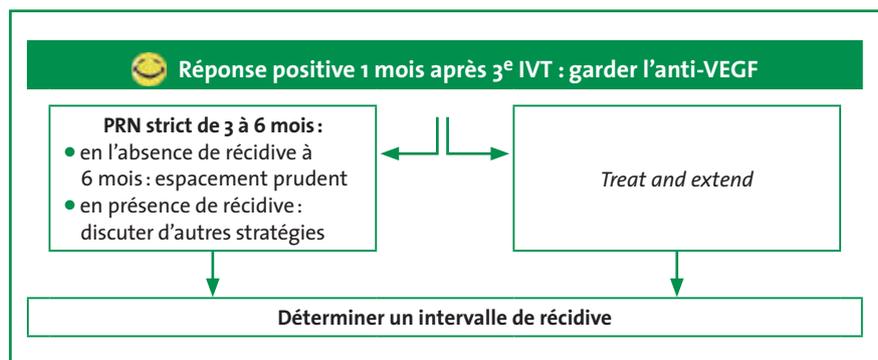


FIG. 2 : Protocole évolutif de la phase d'évaluation.

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### DMLA : nouvelles avancées

>>> La **phase d'induction** consiste à réaliser trois injections mensuelles.

>>> Elle est suivie de la **phase d'évaluation**. Si la réponse est positive avec l'anti-VEGF initialement choisi, je vais entamer un protocole évolutif qui consiste à ne pas réinjecter pendant 3 à 6 mois et à surveiller mensuellement. En l'absence de récurrence, un espacement prudent des contrôles sera proposé. En présence de récurrences, j'essaierai d'affiner l'intervalle de surveillance pour déterminer l'intervalle de récurrence de ce néovaisseau. Une autre méthode consiste à proposer un protocole de type *Treat and Extend*, qui a également pour but de trouver cet intervalle de récurrence.

>>> Une fois que cet intervalle est trouvé, je peux proposer un traitement d'entretien selon cet intervalle (par exemple trois injections à 7 semaines d'intervalle) sans réaliser de contrôle d'acuité visuelle ou d'OCT systématiquement : c'est la **phase d'entretien**. Les contrôles ont donc lieu toutes les deux ou trois injections, de façon à vérifier qu'il ne change pas. Cette méthode permet de diminuer la lourdeur du suivi pour les patients comme pour les médecins.

Si l'évaluation 1 mois après la troisième injection est très négative sans aucune amélioration anatomique ou fonctionnelle, il faut bien sûr se reposer la question du diagnostic. Si le diagnostic est confirmé, il est logique de "switcher" d'emblée. Cette situation est cependant assez rare.

Une situation beaucoup plus fréquente est la réponse positive mais incomplète. De nombreux auteurs proposent de laisser sa chance au premier anti-VEGF pendant encore 3 à 6 mois avant d'envisager un *switch*. Cependant,

dans certains cas, le *switch* est proposé d'emblée.

Le *switch* doit être évalué de la même façon que le traitement initial. Ainsi, si trois injections étaient réalisées initialement avec le produit 1 et qu'un *switch* est décidé d'emblée, il est logique d'effectuer trois nouvelles injections avant d'évaluer l'efficacité. En revanche, devant un patient déjà traité au long cours par un produit 1, avec un rythme d'injections connu, il est logique de proposer une injection unique du produit 2 pour voir si nous obtenons une meilleure amélioration anatomique ou fonctionnelle avec le produit 2.

Lorsqu'une différence d'efficacité est constatée, il est logique de poursuivre avec le produit qui a donné la meilleure efficacité sur l'œil traité. En revanche, lorsque les deux produits sont équivalents, on peut poursuivre avec l'un ou avec l'autre. Pour ma part, j'ai tendance à utiliser le ranibizumab pour la soupléss de l'AMM, mais également en raison du moindre passage systémique dans la circulation générale.

### [ Conclusion

En 2016, nous ne disposons toujours pas d'études d'efficacité comparative entre les deux produits en vie réelle. Aucune étude n'a montré une meilleure amélioration de l'acuité visuelle avec un produit par rapport à un autre lorsque les deux produits sont utilisés avec le même protocole. Les différences discutées entre les deux produits reposent davantage sur des données suggérées que sur des données prouvées. Nous avons la chance de voir coexister deux anti-VEGF excellents. Le choix initial du produit dépend de l'expérience de

l'opérateur, de ses convictions, de ses habitudes mais également de ses préférences non rationnelles. Le *switch* fait partie intégrante de la conduite thérapeutique. Il est à évaluer sans *a priori* avec possibilité de revenir à la première molécule (*switchback*).

### Bibliographie

- ROSENFELD P *et al.* Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med*, 2006;355:1419-1431.
- BROWN DM *et al.* Ranibizumab versus verteporfin for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med*, 2006;355:1432-1444.
- HEIER JS *et al.* Intravitreal aflibercept (VEGF trap-eye) in wet age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 2012;119:2535-2548.
- SCHMIDT-ERFURTH U *et al.* Intravitreal aflibercept injection for neovascular age-related macular degeneration: ninety-six-week results of the VIEW studies. *Ophthalmology*, 2014;121:193-201.
- KITCHENS J. Subspecialty days. AAO 2013.
- DIRANI A *et al.* Factors influencing the treatment response of pigment epithelium detachment in age-related macular degeneration. *Am J Ophthalmol*, 2015;160:732-738.
- YAMAMOTO A *et al.* One-Year results of intravitreal aflibercept for polypoidal choroidal vasculopathy. *Ophthalmology*, 2015;122:1866-1872.
- SAITO M *et al.* Subfoveal choroidal thickness in polypoidal choroidal vasculopathy after switching to intravitreal aflibercept injection. *Jpn J Ophthalmol*, 2016;60:35-41.
- GHARBIYA M *et al.* Choroidal Thickness Changes After Intravitreal Antivascular Endothelial Growth Factor Therapy for Age-Related Macular Degeneration: Ranibizumab Versus Aflibercept. *J Ocul Pharmacol Ther*, 2015;31:357-362.
- MAZARAKI K *et al.* Change in choroidal thickness after intravitreal aflibercept in pretreated and treatment-naïve eyes for neovascular age-related macular degeneration. *Br J Ophthalmol*, 2015;99:1341-1344.
- AVERY RL *et al.* Systemic pharmacokinetics following intravitreal injections of ranibizumab, bevacizumab or aflibercept in patients with neovascular AMD. *Br J Ophthalmol*, 2014;98:1636-1641.

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

## QUESTIONS FLASH

# DMLA : nouvelles avancées

### Faut-il traiter des néovaisseaux choroïdiens de la DMLA humide avec AV conservée ?

M. WEBER  
CHU De NANTES.

**L**a réponse est univoque au regard du bénéfice (minimise le risque de baisse d'acuité visuelle dans 100 % des cas) et du faible risque (risque de 0,02 % d'endophtalmie par IVT).

La plupart des études prospectives randomisées pivotales ont exclu les patients dont l'acuité visuelle était supérieure à 0.5 et, de ce fait, elles ne nous renseignent pas sur l'intérêt du traitement lorsque l'acuité visuelle initiale est supérieure à 0.5. Pour cette catégorie de patients à bonne acuité visuelle, le bénéfice sera plus apprécié par la conservation d'une bonne acuité visuelle > 0.5 que par le gain visuel, dans la mesure où ce gain est inversement proportionnel au niveau initial de l'AV en lien avec un "effet plafond".

La plupart des patients traités avec une AV > 0.5 sont le plus souvent asymptomatiques. Ils sont diagnostiqués de façon fortuite ou au cours du suivi bilatéral d'une DMLA humide du premier œil. Parmi les facteurs prédictifs de meilleure réponse au traitement anti-VEGF de la DMLA humide, il a été retrouvé [1] : jeune âge, meilleure AV, lésion peu étendue, délai court entre les symptômes et le début du traitement (< 3 semaines).

Dans la littérature, j'ai relevé trois études qui rapportent l'évolution de DMLA humide traitée avec une AV  $\geq$  0.5 :

>>> **Une étude japonaise rétrospective** [2] de 36 yeux avec AV > 0.6, traités selon un schéma : une IVT puis suivi PRN. L'acuité visuelle moyenne est restée stable, et l'épaisseur rétinienne centrale moyenne a diminué de 66 microns avec un nombre moyen d'IVT de 3.3.

>>> **Une étude américaine rétrospective** [3] de 42 yeux suivi en moyenne 1,4 ans (minimum 6 mois) selon un schéma : traitement mensuel jusqu'à assèchement puis *Treat & Extend* (T&E). Le pourcentage d'yeux dont l'AV est

restée > 0.5 a été de 81 % à 1 an et 75 % à 2 ans, avec un nombre moyen d'IVT de 7.8 la première année et de 6.1 la deuxième année.

>>> **Une étude anglaise** [4] d'analyse d'une base de données électroniques concerne la prise en charge de patients accueillis dans 14 hôpitaux publics. 12 951 yeux ont été analysés selon leur niveau d'AV initiale : > 0.5, 0.25 à 0.5, 0.1 à 0.25 et 0.05 à 0.1. À noter que 6,7 % des yeux dont le suivi était au minimum de 1 an avaient une AV initiale > 0.5. Le nombre moyen d'IVT pour ces yeux à AV initiale > 0.5 a été de 5.7 la première année, 2.3 la deuxième année et 2.4 la troisième année, avec absence de différence significative par rapport aux trois autres catégories de niveau d'AV initiale. L'évolution de l'acuité visuelle pour l'ensemble des yeux, selon le niveau d'acuité visuelle, est représentée dans la **figure 1**.

L'évolution de l'acuité visuelle selon qu'il s'agit du premier ou du deuxième œil traité est représentée dans la **figure 2**.

On constate que l'AV finale est d'autant meilleure que l'AV initiale est conservée avec une AV à 1, 2 et 3 ans, statistiquement significativement plus élevée

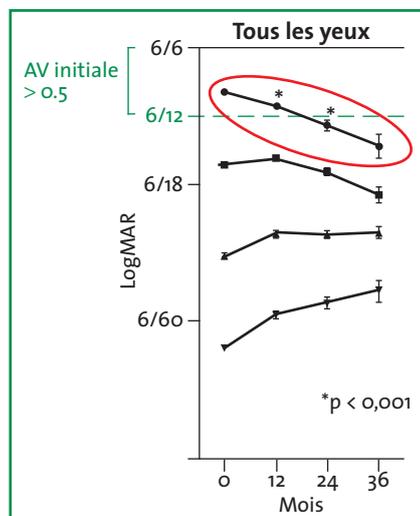


FIG. 1.

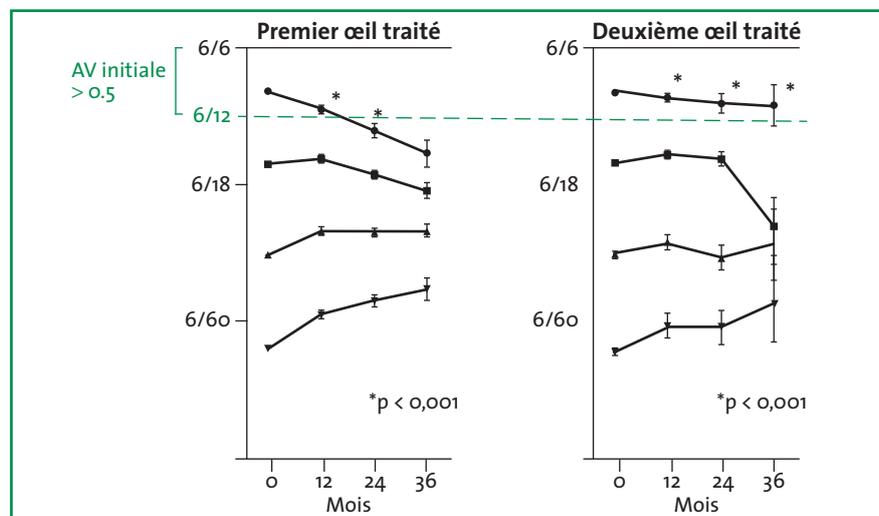


FIG. 2.

## QUESTIONS FLASH

# DMLA : nouvelles avancées

par rapport aux yeux dont l'AV initiale est  $< 0.5$  pour le deuxième œil traité.

Ces différentes études confirment l'intérêt de traiter des yeux dont l'AV est  $> 0.5$ , car cela permet d'obtenir la meilleure acuité visuelle finale et de réduire encore la malvoyance en lien avec cette pathologie. Ces données ouvrent d'ailleurs une nouvelle dimension dans le design de futures études prospectives randomisées, dont l'objectif n'est pas de gagner en acuité visuelle mais de maintenir une bonne vision. Il n'y, à ce jour, aucun consensus sur un schéma préférentiel pour ces néovaisseaux choroïdiens à acuité visuelle conservée.

Une étude coût/bénéfice est actuellement en cours au Royaume-Uni.

Concernant la prise en charge du remboursement du ranibizumab et de l'aflibercept dans la DMLA humide, il n'y a pas de condition en lien avec un niveau seuil d'acuité visuelle comme pour l'œdème maculaire diabétique, mais une condition liée à la location rétrofovolaire de l'atteinte.

### Bibliographie

1. FINGER RP, WICKREMASINGHE SS, BAIRD PN *et al.* Predictors of anti-VEGF treatment response in neovascular age-related macular degeneration. *Surv Ophthalmol*, 2014;59:1-18.
2. KATO A, YASUKAWA T, SUGA K *et al.* Intravitreal ranibizumab for patients with neovascular Age Related Macular Degeneration with good Baseline Visual Acuity. *Ophthalmologica*, 2015;233:27-34.
3. RAHIMY E, RAYESS N, HO AC *et al.* Treatment outcomes for neovascular age-related macular degeneration patients with initial vision better than 20/40 using a treat and extend regimen. *Retina*, Dec. 2015 [Epub ahead of print]
4. LEE AY, LEE CS, BUTT T *et al.* UK AMD EMR users group report V: benefits of initiating ranibizumab therapy for neovascular AMD in eyes with vision better than 6/12. *Br J Ophthalmol*, 2015;99:1045-1050.

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

## Faut-il traiter des néovaisseaux avec acuité visuelle basse ?

J. ZERBIB

Nice Retina, NICE.

**C**ette question amène à regarder les résultats des études sur le sujet.

L'analyse rétrospective de l'étude HARBOR a cherché à identifier les facteurs prédictifs de la réponse fonctionnelle au ranibizumab à 1 an. Les études ont analysé le gain visuel, c'est-à-dire la variation d'acuité entre l'examen initial et finale, et l'acuité visuelle. Les auteurs ont analysé le pourcentage de patients avec un gain visuel d'au moins 15 lettres, et le pourcentage de patients ayant obtenu une acuité visuelle finale  $\geq 20/40$  à 1 an. Des différents facteurs prédictifs qui apparaissent pour le gain visuel de plus de 15 lettres, nous notons l'acuité visuelle basse initiale. De plus, l'âge jeune, la petite taille de la lésion et la présence de fluide apparaissent également prédictifs. Les résultats montrent que 37 % des patients avec une acuité visuelle  $\leq 68$  lettres ( $\leq 20/40$ ) à l'examen initial contre 11 % des patients avec plus de 68 lettres ont gagné au moins 15 lettres à 1 an. En revanche, c'est l'acuité visuelle haute qui est mise en évidence comme facteur prédictif d'obtenir une acuité visuelle finale  $\geq 20/40$  à 1 an.

L'acuité visuelle basse à l'examen initial, facteur prédictif de gain visuel, a également été retrouvée dans les études ANCHOR, MARINA et CATT. Dans l'étude CATT, la réponse à 12 semaines apparaît plus prédictive que l'acuité à l'examen initial.

Une étude menée par Levente *et al.* – publiée récemment dans *Retina*, issue d'une base de données anglaises sur

420 yeux – a analysé l'efficacité des anti-VEGF chez les patients avec une acuité visuelle faible en comparant 3 groupes de patients en fonction de leur acuité visuelle initiale. Dans le groupe de patients avec une acuité visuelle faible ( $< 35$  lettres), davantage de déchirures de l'épithélium pigmentaire, d'atrophie et de fibrose sont retrouvées. Une proportion plus grande d'anastomoses choroïdiniennes et de lésions *minimally classic* est observée dans le sous-groupe de patients avec une bonne acuité initiale ( $\geq 70$  lettres).

Les résultats montrent que l'acuité visuelle à 1 an est influencée par les facteurs suivants : acuité visuelle initiale, fibrose, atrophie, âge du patient, sexe et acuité visuelle controlatérale. La présence d'atrophie et de fibrose sont des facteurs de moins bon pronostic de gain visuel, chez les patients avec une acuité visuelle faible à l'inclusion. La déchirure de l'épithélium pigmentaire a une conséquence négative sur le gain d'acuité visuelle. Néanmoins, les auteurs montrent que l'atrophie et la fibrose ont moins d'impact dans les yeux avec bonne acuité visuelle que dans ceux avec faible acuité visuelle, à l'examen initial. Les auteurs concluent à une efficacité fonctionnelle des anti-VEGF chez les patients avec une acuité visuelle faible initiale, en l'absence de fibrose et atrophie.

En conclusions, certaines sous-analyses des grandes études prospectives sur l'efficacité du ranibizumab, ou des résultats d'une étude rétrospective sur les anti-VEGF chez les patients avec faible acuité visuelle initiale, concordent pour montrer des gains d'acuité visuelle chez les patients avec une acuité visuelle basse, qui sont de plus supérieurs dans ces groupes de patients. Par conséquent, il y a un réel intérêt à proposer un traitement chez ces patients.

L'auteur a déclaré être consultante des laboratoires Novartis et Bayer.

## Que faire devant des néovaisseaux choroïdiens de DMLA résistants à trois injections d'anti-VEGF ?

M.-N. DELYFER

Centre François-Xavier Michelet, Hôpital Pellegrin, BORDEAUX.

**L**es résultats des études pivots sur le traitement de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) néovasculaire ont démontré l'intérêt d'une dose de charge initiale mensuelle par anti-VEGF afin d'obtenir un assèchement de l'exsudation. La cicatrisation du néovaisseau n'est alors le plus souvent pas définitive, et des injections intravitréennes de "rappel" ultérieures seront le plus souvent nécessaires. Néanmoins, dans un certain nombre de cas, l'assèchement initial de la lésion n'est pas obtenu après la dose de charge, et il persiste du liquide sous-rétinien et/ou intrarétinien, et/ou des hémorragies dont l'importance ne diminue pas. Ces signes caractérisant une exsudation persistante doivent conduire le praticien à identifier trois cas de figures :

### Le patient est "non-répondeur"

Dans ce cas, après administration de la dose de charge d'anti-VEGF, le patient ne présente aucune modification de son acuité visuelle, de son fond d'œil et de son profil OCT (*Optical coherence tomography*). Il faut alors reconsidérer le diagnostic et éliminer principalement trois entités : une choriorétinopathie séreuse centrale (CRSC) du sujet âgé, une dystrophie pseudo-vitelliforme, ou encore un décollement de l'épithélium pigmentaire (DEP) non néovascularisé.

La présentation de la CRSC du sujet âgé peut en effet être parfois très trompeuse. Son identification requiert la réalisation d'un bilan angiographique complet ainsi qu'une mesure de l'épaisseur choroïdienne en OCT (en mode EDI). Un épaississement de la choroïde est fréquemment retrouvé au cours de la CRSC.

La fragmentation du matériel vitellin au cours de la dystrophie pseudo-vitelliforme induit des remaniements en OCT, qui peuvent parfois être pris pour des signes exsudatifs (ce d'autant plus qu'ils s'accompagnent souvent d'une modification de l'acuité visuelle). L'absence de signes hémorragiques au fond d'œil ainsi que la lecture soigneuse des clichés OCT en HD permettent le plus souvent d'écarter une exsudation vraie.

Enfin, des DEP non néovascularisés saillants peuvent s'accompagner de déformations rétinienne avec un aspect "tendu", qui peut parfois faire craindre une exsudation associée, non retrouvée à l'angiographie.

La principale difficulté pour ces trois diagnostics différentiels de néovaisseau choroïdien est qu'ils peuvent malgré tout – et à tout moment – se néovasculariser à leur tour.

### Le patient est "répondeur sous-optimal"

Dans ce cas, il existe une amélioration relative de l'acuité visuelle, de l'aspect du fond d'œil (hémorragies notamment) et du profil OCT du patient après la dose de charge. Il faut alors préciser le diagnostic et évoquer un DEP néovascularisé, une vasculopathie polypoïdale, ou une RAP (anastomose rétinochoroïdienne ou néovaisseau de type 3).

Les DEP néovascularisés sont connus pour répondre plus difficilement aux anti-VEGF. Dans certains cas, il peut

être utile de changer d'anti-VEGF. L'aflibercept serait en effet, pour certains, plus efficace dans cette indication.

La vasculopathie polypoïdale est bien moins fréquente en Europe de l'Ouest qu'en Asie. Elle doit être évoquée devant des signes exsudatifs associant hémorragies et exsudats importants. Le diagnostic repose sur l'angiographie ICG (et/ou l'angio-OCT) qui permet d'objectiver les polypes. En cas d'échec de l'anti-VEGF seul, un traitement combiné avec une PDT pourra être proposé.

Enfin, l'anastomose rétinochoroïdienne peut être mise en évidence sur des clichés OCT en recherchant un "kissing sign". Ces néovaisseaux répondent en général très insuffisamment aux anti-VEGF, et leur évolution est le plus souvent assez péjorative. La conduite thérapeutique à tenir est discutée : pour certains, un *switch* d'un anti-VEGF à un autre peut être proposé ; d'autres préconisent une thérapie combinée associant anti-VEGF et PDT. Néanmoins, dans tous les cas, il faut continuer à traiter de manière mensuelle stricte les patients afin de limiter au mieux l'évolution néovasculaire.

### Le patient est un "répondeur lent"

Il s'agit là d'un cas de patient répondeur sous-optimal, mais chez qui le diagnostic de néovaisseau "standard" est confirmé. Selon l'étude HARBOR, 15 % des patients présentant un néovaisseau de DMLA mettraient 12 mois à atteindre un plateau d'acuité visuelle. Pour ces patients, il faut donc continuer un traitement mensuel par anti-VEGF jusqu'à stabilisation de la lésion (acuité visuelle, fond d'œil et profil OCT). Il est à noter que certains de ces patients pourront atteindre une stabilité sans pour autant avoir un profil OCT totalement asséché, et qu'il faudra alors savoir les surveiller sans pour autant

## QUESTIONS FLASH

# DMLA : nouvelles avancées

prolonger indéfiniment les injections mensuelles.

### [ Conclusion

L'examen de contrôle après l'administration d'une dose de charge d'anti-VEGF est un moment essentiel dans la prise en charge d'un néovaisseau choroïdien du sujet âgé. La persistance de signes exsudatifs (hémorragies, liquide sous- et/ou intrarétinien) impose de reconsidérer le diagnostic initial et d'écarter les diagnostics différentiels (CRSC, pseudo-vitelliforme, DEP non néovascularisé). Si le néovaisseau est confirmé, le traitement et le suivi devront être adaptés au type de néovaisseau identifié afin de limiter ses conséquences pour l'acuité visuelle du patient.

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

## Quelles perspectives pour le patient atteint de DMLA sèche ?

C. FRANÇAIS

Centre d'Ophthalmologie, PARIS.

**L**a DMLA atrophique ou sèche aboutit à la perte irréversible des photorécepteurs, associée à la destruction des cellules de l'EP et à la disparition de la choriocapillaire. La forme évoluée est l'atrophie géographique avec la perte définitive de la vision centrale. Cette atrophie géographique survient chez environ 15 % des patients présentant une DMLA "intermédiaire"; ce pourcentage est comparable à celui de survenue de la DMLA exsudative dans une population de plus de 50 ans, avec une durée moyenne

d'évolution variant de 2,5 ans à 5-6 ans lorsque les zones d'hypopigmentation sont présentes [1].

### [ Diagnostic et évaluation

L'apparition des nouvelles technologies d'imagerie permet une amélioration du diagnostic et de l'extension des lésions. Le diagnostic a été longtemps basé sur le cliché en couleur, puis sont apparus les clichés en autofluorescence bleue, et enfin l'autofluorescence des SLO ophtalmoscopes qui objective également les zones d'hyperautofluorescence associées. Le type de cette hyperfluorescence est un facteur d'évolutivité : la vitesse d'extension de l'atrophie est liée à l'aspect de l'autofluorescence [2].

Enfin, l'OCT-SD permet d'analyser finement toutes les couches rétinienne en mettant en évidence leur disparition, leurs modifications, la présence de dépôts en bordure des zones d'atrophie. Les OCT-SD visualisent également les drusen toujours associés à ces zones d'atrophie comme les pseudo-drusen réticulés, déjà objectivés sur les clichés en infrarouge et en autofluorescence [3]. Il a permis de détecter la présence de "ghost" drusen en bordure de l'atrophie, comme signe d'extension.

L'atteinte de la choriocapillaire peut maintenant être appréciée par l'OCT-angiographie par segmentation, en visualisant la rareté des capillaires. Cette imagerie multimodale va servir de référence pour apprécier les résultats des études cliniques dans le traitement de la DMLA atrophique

### [ Stratégies thérapeutiques émergentes

Actuellement, il n'y a aucun traitement. Les recherches thérapeutiques, basées sur la physiopathologie – dans l'espoir de ralentir la progression de l'atrophie

– sont ciblées sur la préservation ou la restauration des cellules de l'EP ou des photorécepteurs tout en maintenant un flux correct dans la choriocapillaire, en réduisant l'accumulation des  $\beta$ -amyloïdes dans la membrane basale et le stress oxydatif, évitant les dépôts de toxine et diminuant l'inflammation [4].

Plusieurs études sont en cours pour évaluer l'efficacité dans le ralentissement de la progression de l'atrophie.

#### 1. Neuroprotection

Elle aurait pour but de diminuer la perte des photorécepteurs et réduire l'apoptose.

Le **brimonidine tartrate** est un implant intravitréen injecté tous les 4 mois. Une nouvelle phase 2b est en cours d'enrôlement (étude BEACON, Allergan).

#### 2. Augmenter les échanges avec le choroïde

Les **dépôts d'amyloïdes- $\beta$** , retrouvés dans les drusen et dans la maladie d'Alzheimer. L'étude par injection intraveineuse **GSK933776**, inhibiteur de la séquence N-terminal de l'amyloïde- $\beta$ , pourrait réduire leur accumulation dans la membrane basale de l'EP, et restaurer les échanges avec la choroïde

#### 3. Les stratégies bloquant la voie alternative du complément

**>>> Inhiber la formation C5 en C5a et C5b réduirait l'inflammation et la production des MAC (Membrane attack complex).** Après l'absence de résultats significatifs de l'éculizumab et du LFG316, une nouvelle étude clinique phase II/III : **Zimura® (pegylated aptamer anti-C5 en intravitréen)** est mise actuellement en place en France.

**>>> L'action des anti-C3 inhiberait les trois voies majeures de l'activation du complément. Le lampalizumab (Roche) anti-facteur D, inhibiteur sélectif, bloque**

la cascade C3-C3a,C3b. Les études de phase 3 (CHROMA, SPECTRIC) évaluant la relation entre un nucléotide spécifique (CFI), associé à la GA et son évolution ainsi que la réponse au lampalizumab, sont en cours d'inclusion en France concernant les patient présentant une DMLA atrophique bilatérale.

#### 4. Les thérapies cellulaires

Le but est de remplacer les cellules de l'EP ou les photorécepteurs déficients par des greffes de cellules embryonnaires. De nombreuses études de phase I/II sont en cours d'inclusion. Une bonne tolérance est constatée à ce jour, sans formation de tumeur ni réaction immunitaire [5].

### [ Conclusion

Après de longues années sans traitement, de nombreuses études cliniques concernant le traitement de la DMLA atrophique sont en cours et sont proposées aux patients français. L'efficacité de ces molécules est analysée sur l'évolution de l'atrophie grâce aux progrès techniques de l'imagerie.

#### Bibliographie

1. FERRIS FL III *et al.* Beckman Initiative for Macular Research Classification Committee. Clinical classification of age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 2013;120:844-851.
2. FLECKENSTEIN M *et al.* FAM Study Group. Concordance of disease progression in bilateral geographic atrophy due to AMD. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:637-642.
3. SPAIDE RF. Outer retinal atrophy after regression of subretinal drusenoid deposits as a newly recognized form of late age-related macular degeneration. *Retina*, 2013;33:1800-1808.
4. HOLZ FG *et al.* Geographic Atrophy: clinical features and Potential Therapeutic Approaches. *Ophthalmology*, 2014;121:1079-1091.
5. SCHWARTZ SD *et al.* Embryonic stem cell trials for macular degeneration: a preliminary report. *Lancet*, 2012;379:713-720.

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

## Quels facteurs pronostiques dans la DMLA exsudative ?

S. MREJEN

Centre hospitalier national d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts, PARIS.

**U**ne nette disparité dans l'efficacité des traitements par anti-VEGF dans la DMLA exsudative a été mise en évidence, et 10 à 15 % de patients présentent une dégradation visuelle malgré un traitement mensuel.

L'identification de facteurs pronostiques permet d'individualiser la stratégie thérapeutique.

### 1. Facteurs génétiques

Les études évaluant les facteurs pronostiques génétiques retrouvent des résultats contradictoires, mais il ne semble pas y avoir d'association pharmacogénétique forte.

### 2. Facteurs cliniques

>>> **L'âge élevé** est de moins bon pronostic.

>>> **Un retard d'initiation du traitement par anti-VEGF** résulte en une baisse d'acuité visuelle finale irréversible.

>>> **L'acuité visuelle initiale et à 3 mois** sont fortement corrélées à l'acuité visuelle finale, et sont inversement corrélées au gain visuel.

### 3. Marqueurs d'imagerie

>>> **Angiographie à la fluorescéine** : la grande taille du néovaisseau est de mauvais pronostic. Les néovaisseaux classiques sont de moins bon pronostic que les néovaisseaux occultes.

>>> **Autofluorescence** : la présence d'atrophie géographique est de mauvais pronostic, même extrafovéolaire.

>>> **OCT-SD** : l'épaisseur rétinienne totale a été corrélée au pronostic visuel, mais la localisation des signes exsudatifs selon les compartiments rétinien est plus pertinente. La présence de DSR ne semble pas de mauvais pronostic, alors que l'œdème intrarétinien l'est. La présence d'un DEP n'est de mauvais pronostic que s'il est associé à un œdème rétinien.

>>> **Imagerie multimodale** : en combinant l'angiographie à la fluorescéine à l'OCT-SD, les néovaisseaux de type 1 (sous-épithéliaux) développent significativement moins d'atrophie que ceux de type 2 (sous-rétiniens), type 3 (anastomoses rétinocoroïdiennes) ou mixtes, et apparaissent de meilleur pronostic visuel.

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

## Quelles différences entre DMLA et vasculopathie polypôïdale choroïdienne ?

M. SROUR, O. SEMOUN, SY COHEN, E. SOUÏED

Centre hospitalier intercommunal de Créteil, CRÉTEIL.

**L**a vasculopathie polypôïdale choroïdienne (VPC) a été décrite pour la première fois par Yannuzzi en 1982 [1], et se distingue des autres néovaisseaux choroïdiens (NVC) de la DMLA. Elle est caractérisée par des dilatations polypôïdales et la présence

## QUESTIONS FLASH

# DMLA : nouvelles avancées

d'un réseau choroïdien anormal bien observée en ICG. En OCT, les polypes apparaissent comme des élévations en dôme de l'épithélium pigmentaire (EP) modérément hyperréfléctives. Le réseau choroïdien anormal réalise un soulèvement plan et irrégulier de l'EP (*double-layer sign*).

La DMLA exsudative est caractérisée par l'apparition et le développement de néovaisseaux provenant de la choroïde. On distingue trois sous-groupes de la DMLA exsudative, les néovaisseaux visibles et occultes ainsi que les anastomoses chorioretiniennes.

### Quelles sont finalement les différences entre la DMLA et la VPC ?

#### 1. Épidémiologie

Sur le plan épidémiologique, à l'inverse de la DMLA exsudative, la prévalence de la VPC est plus marquée dans les populations asiatiques que dans les populations caucasiennes. L'âge de découverte [2] (60 ans *versus* 70 ans dans la DMLA exsudative) reste plus précoce dans la VPC, et touche plus souvent les femmes que les hommes (chez les Caucasiens). Cependant, les deux entités partagent certains facteurs de risques environnementaux (le tabac) et génétiques en communs [2] (*CFH, HTRA1, LOC387715*) avec un *odds ratio* (OR) et des fréquences alléliques différents.

#### 2. Présentation clinique

Concernant la présentation clinique au fond d'œil, la VPC se caractérise dans la plupart des cas par une atteinte extrafovéolaire parfois périphérique, avec absence de drusen, et s'accompagne souvent d'une lésion hémorragique. Les exsudats peuvent aussi être prédominants dans ce tableau. L'hyperperméabilité choroïdienne est présente dans les VPC, mais presque

jamais retrouvée dans la DMLA exsudative. À l'inverse, les NVC de la DMLA sont le plus souvent de localisation rétrofovéolaire ou juxtafovéolaire avec, au fond d'œil, la présence d'une maculopathie drusénoïde associée.

#### 3. Analyse histologique

Les caractéristiques histologiques de la VPC se distinguent par une atteinte de la choroïde interne, avec une localisation en avant de la membrane de Bruch et sous l'épithélium pigmentaire. On retrouve aussi une hyalinisation des vaisseaux choroïdiens [3] associée à une exsudation massive fibrino-plasmatique et une choroïde le plus souvent très épaissie. L'immunomarquage par anticorps anti-VEGF est inconstant.

À la différence de la VPC, la DMLA exsudative se caractérise par une néovascularisation à partir de la choroïde, avec un immunomarquage par anticorps anti-VEGF très important et une choroïde plutôt amincie.

#### 4. Prise en charge thérapeutique

Concernant la VPC, le traitement combiné associant la PDT aux anti-VEGF semble montrer de meilleurs résultats [4] qu'une monothérapie par PDT ou anti-VEGF (en termes de résultats sur l'acuité visuelle et sur l'amélioration anatomique des lésions).

Comparativement avec la DMLA exsudative, le traitement avec la PDT seule montre de meilleurs résultats visuels et angiographiques dans la VPC. Enfin, les anti-VEGF en monothérapie reste le traitement de choix dans la DMLA exsudative.

#### 5. Existe-t-il un continuum entre la VPC et DMLA exsudative ?

Récemment, Coscas *et al.* ont publié un article sur une nouvelle classification de la VPC [5]. Il distingue deux entités dif-

férentes, la VPC idiopathique et la VPC secondaire associée aux néovaisseaux de la DMLA.

Dans cette étude, la VPC secondaire associée aux NVC de la DMLA se présente le plus souvent sur une DMLA exsudative ancienne évoluée. En imagerie multimodale, elle se distingue de la VPC idiopathique par la présence d'une diffusion à la fois des polypes et des NVC de type 1, avec absence de *branching vascular networks* détecté et une choroïde plutôt amincie.

### Conclusion

Entre VPC et DMLA exsudative, il existe des caractéristiques épidémiologiques, histologiques et cliniques différentes et communes, avec de nombreuses controverses. Il existe une fréquence importante de la VPC dans les populations asiatiques et africaines, mais celle-ci n'épargne pas la population caucasienne.

La distinction entre VPC et DMLA reste importante à faire. En effet, le choix thérapeutique et l'évolution des lésions sont différents. Il faut savoir réévaluer le diagnostic de DMLA avec une ICG à la recherche de polypes si l'exsudation persiste.

Une question reste ouverte, la VPC est-elle une néovasculopathie ou une vasculopathie choroïdienne ? Aujourd'hui, nous savons qu'il existe un *continuum* entre la VPC et la DMLA, avec la description de la VPC secondaire associée aux NVC de la DMLA.

### Bibliographie

1. YANNUZZI LA. Idiopathic polypoidal choroidal vasculopathy. Macula Society Meeting 1982; Miami, Florida, USA.

2. LAUDE A, CACKETT PD, VITHANA EN *et al.* Polypoidal choroidal vasculopathy and neovascular age-related macular degeneration: same or different disease? *Prog Retin Eye Res*, 2010;29:19-29.
3. NAKASHIZUKA H, MITSUMATA M, OKISAKA S *et al.* Clinicopathologic findings in polypoidal choroidal vasculopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008;49:4729-4737.
4. KOH A, LEE WK, CHEN LJ *et al.* EVEREST study: efficacy and safety of verteporfin photodynamic therapy in combination with ranibizumab or alone versus ranibizumab monotherapy in patients with symptomatic macular polypoidal choroidal vasculopathy. *Retina* (Philadelphia, Pa), 2012;32:1453-1464.
5. COSCAS G, LUPIDI M, COSCAS F *et al.* Toward a specific classification of polypoidal choroidal vasculopathy: idiopathic disease or subtype of age-related macular degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56:3187-3195.

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

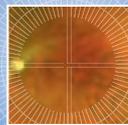


## Club Francophone des Spécialistes de la Rétine

### DOMPTEZ LES NOUVEAUTÉS

De la macula à la périphérie

IX<sup>e</sup> journée annuelle du CFSR



Dimanche 8 mai 2016,  
Palais des Congrès, Paris

Inscription sur

[www.cfsr-retine.com](http://www.cfsr-retine.com)

L'accès à la réunion annuelle du CFSR est libre et gratuite mais l'inscription est obligatoire. Vous pouvez également adhérer au CFSR, ce qui vous permettra d'avoir accès au déjeuner, de visualiser les conférences des sessions sur le site web et de recevoir si vous le souhaitez, les actualités, newsletters... du club.

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Chirurgie réfractive du cristallin

# Cataracte emmétropisante avec ou sans femtoseconde



→ **T. AMZALLAG**  
Institut Ophtalmique Nord de France,  
SOMAIN.

**E**n 2016, la chirurgie de la cataracte constitue une opportunité d'emmétropisation. Elle permet de corriger la myopie, l'hypermétropie, les astigmatismes cornéens réguliers symétriques ainsi que de compenser la presbytie dans certains cas. Dans tous les cas, la précision réfractive est indispensable à un bon résultat postopératoire, ce qui n'est pas encore toujours le cas, surtout pour les fortes amétropies.

Un des principaux écueils demeure, malgré d'indéniables progrès, la prédiction de la position de l'implant après la cicatrisation postopératoire du sac capsulaire. Les principales formules de calcul ne se basent que sur la kératométrie et la longueur axiale. Il est également difficile de prévoir l'astigmatisme induit par la chirurgie, non pas la moyenne mais plutôt les atypies

### Quelle est la précision réfractive actuelle ?

#### 1. En chirurgie du cristallin

La précision réfractive s'est notablement accrue ces 15 dernières années, essentiellement du fait de l'apport de la biométrie par interféromètre à cohérence partielle (*Partial coherence interferometry* [PCI]), qui a multiplié par 10 la précision de la mesure de la longueur axiale. Cependant, même en utilisant la PCI, les mesures les plus précises et les formules de calculs les mieux adaptées, il persiste de 25 à 37,5 % d'erreur moyenne absolue (*Mean absolute error* [MAE]) > 0.5D et 5 à 7,6 % > 1D [1, 2].

On constate que les principales amétropies résiduelles concernent les faibles longueurs axiales (< 22 mm) et plus encore les fortes longueurs axiales (> 26 mm). Par ailleurs, les valeurs réfractives sont assez stables dans le temps en dehors des myopies fortes.

#### 2. En chirurgie réfractive cornéenne

Mais qu'en est-il de la chirurgie réfractive cornéenne ? V. Katsanevaki a présenté à l'ESCRS 2014 [3] une revue systématique de la littérature des résultats à long terme.

>>> **Pour la PKR**, elle a inclus sept études ayant un suivi supérieur à 10 ans. L'erreur réfractive était < 1D dans 55 à 75 % des cas, d'autant plus que les amétropies sont faibles. Les patients lisaient 10/10 sans correction dans 14 à 67 %.

>>> **Pour le Lasik**, elle a inclus quatre études ayant un suivi de 5 à 20 ans. L'erreur réfractive était < 1D dans 42 à 83 % des cas, d'autant plus que les amétropies sont faibles. Les patients lisaient 10/10 sans correction dans 3 à 57 %.

Il va sans dire que les populations ne sont pas comparables à celle de la chirurgie du cristallin tant en termes d'âge que d'amétropie, mais on constate que la précision à long terme est moins bonne qu'attendue.

### Causes d'erreur réfractives

Les principales causes d'erreurs réfractives sont, selon Norrby [4] et dans l'ordre :

- la prédiction de la position effective de l'implant (ELP) ;
- la mesure de réfraction postopératoire ;
- la mesure préopératoire de la longueur axiale ;
- le diamètre pupillaire par l'intermédiaire des aberrations sphériques.

Les mesures de la longueur axiale étant notablement plus précises, en pratique, les formules de calcul sont à placer au premier plan.

La technique chirurgicale, qui peut comporter des variables dont celle du capsulorhexis et la calibration des incisions, intervient dans un second plan. On sait maintenant que le capsulorhexis joue un rôle minime [5].

Les implants dont le dessin, le matériau et la puissance réelle (qui peut varier



FIG. 1 : Biomètres, kératomètres : ARK-1, Nidek ; AL-Scan, Nidek ; IOLMaster 700, Zeiss ; Aladdin, Topcon.

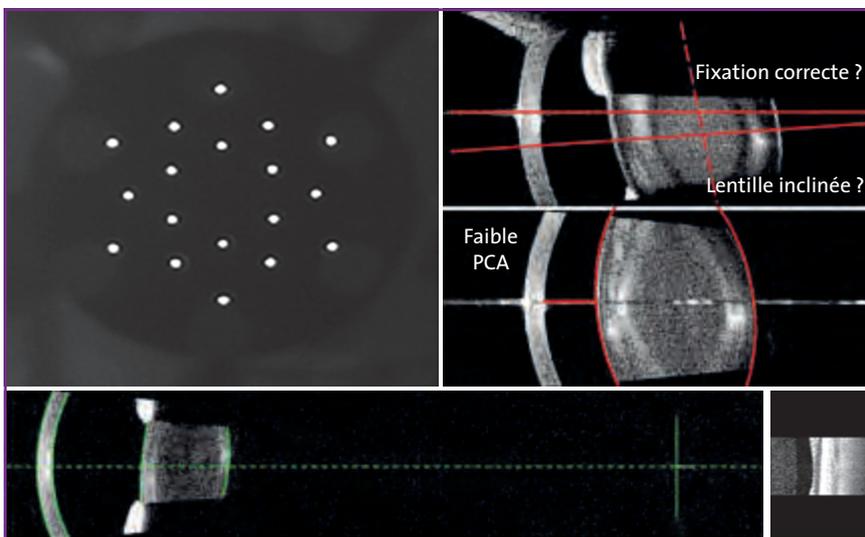


FIG. 2 : IOLMaster 700, Zeiss : kératométrie télécentrique 3 zones pour une mesure reproductible, visualisation du point de fixation et image de référence pour la Zeiss Cataract Suite markerless.



FIG. 3 : Verion™ Image Guided System, Alcon.

de  $\pm 0.3D$  à  $\pm 1D$  en fonction de la puissance) peuvent influencer la précision réfractive. Le déplacement antéropostérieur des lentilles intraoculaires (LIO) – angulées, rigides, grandes zones d'appuis équatoriales – lors de la cicatrisation du sac capsulaire est à prendre en considération : tout déplacement de  $\pm 0,5$  mm génère une amétropie de  $\pm 1D$ .

## Voies d'améliorations vers l'emmétropie

Elles concernent plusieurs domaines pré-, per- et postopératoires.

### 1. Préopératoires

De nouveaux appareils de mesure préopératoires ont été développés, aussi bien concernant la kératométrie que la longueur axiale (fig. 1). De nouvelles formules de calculs font leur apparition.

Le nouveau biomètre IOLMaster 700 est doté d'un OCT *Swept Source* qui permet de vérifier la fixation du patient. Il est équipé d'un système kératométrique télécentrique 3 zones, qui permet de repérer et d'éliminer les valeurs inadéquates liées à des anomalies de fixation (fig. 2).

L'absence de fixation fovéale en OCT fait rejeter les valeurs obtenues. Il permet également de mesurer la constante C [6], qui sépare la face antérieure de la cornée de la moitié de l'épaisseur du cristallin, supposée être la future position de la LIO. Certains de ces biomètres sont connectés au microscope opératoire et au système d'injection d'image, pour une meilleure précision du positionnement des implants surtout toriques (fig. 3 et 4).

La formule de Olsen permet une amélioration par rapport à la formule SRK-T de 15 % et 14 % pour l'erreur moyenne absolue, et de 39 % et 85 % de réduction du nombre d'erreurs importantes ( $> 1D$ )

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Chirurgie réfractive du cristallin



Biométrie  
IOLMaster 500

Chirurgie assistée par ordinateur  
Callisto Eye

Visualisation du champ opératoire  
OPMI Lumera family<sup>2</sup>

FIG. 4 : Cataract Suite *markerless*, Zeiss.

dans les deux séries (centre public et privé), respectivement ( $p < 0,0001$ ) [6].

Si la formule de Olsen prend en compte la longueur axiale, la kératométrie, la profondeur de chambre antérieure, l'épaisseur du cristallin et la réfraction, la formule de Holladay 2 prend en compte la longueur axiale, la kératométrie, la profondeur de chambre antérieure, l'épaisseur du cristallin et la réfraction, la distance de blanc à blanc, l'âge du patient. On essaie donc de devenir plus prédictif en prenant en compte plus de caractéristiques propres à chaque patient.

Une des pistes pour le futur réside dans l'étude des facteurs prédictifs de la position effective de l'implant (ELP) par l'étude postopératoire de la profondeur de chambre antérieure à l'aide de la méthode du *ray tracing*, qui est une méthode de calcul du comportement de la lumière passant par l'axe visuel mais aussi par les différents points de la zone pupillaire. Elle permet, entre autres, la prise en compte des aberrations sphériques.

L'astigmatisme résiduel doit être naturellement pris en charge par le choix d'une LIO torique si l'on souhaite l'amétropie. La prise en compte de l'astigmatisme postérieur n'est pas systématique.

### 2. Peropératoire

La technique opératoire n'a finalement qu'assez peu d'influence sur l'emmétropie, si l'on s'en réfère à la littérature. Selon Oliver Findl [5] qui a étudié l'influence de la taille et de la position du capsulorhexis manuel sur la position d'implants modernes :

- il n'y a pas de différence significative concernant la variation de profondeur de la chambre antérieure (CA) (Shift) corrélée à la précision réfractive et à la stabilité réfractive ;
- il existe une différence minime de 0,08 mm concernant le décentrement, cliniquement non significative ;
- il n'y a pas de différence concernant le *tilt*.

Il conclut qu'il n'y a pas d'argument en faveur d'une amélioration potentielle de la précision réfractive par l'amélioration de la précision et de la prédiction des paramètres du capsulorhexis par le LFS.

Une des voies pour le futur réside dans l'utilisation de systèmes de type ORA (Optiwave® *Refractive Analysis*) (fig. 5), qui est un aberromètre installé sur le microscope opératoire. Ce système peut mesurer la réfraction peropératoire sur un patient aphaque ou



FIG. 5 : ORA Optiwave® *Refractive Analysis*, Alcon

pseudophaque, permettant de déterminer ou de vérifier la puissance sphérique et cylindrique de l'implant ainsi que le bon positionnement de l'implant. Il persiste de nombreux écueils avant une utilisation généralisée de ce type de technologie, mais l'idée est intéressante.

### Avec le laser femtoseconde (LFS) (fig. 6)

#### 1. Que sait faire le LFS ?

- Des incisions cornéennes précises et reproductibles pour certains lasers.
- Des incisions limbiques relaxantes contribuant à la correction de l'astigmatisme.



Fig. 6 : Lasers femtoseconde : LenSx, Alcon ; Lenstar, Topcon ; Victus, Technolas et Bausch + Lomb.

- Des capsulorhexis précis, calibrés, reproductibles et centrés.
- Fragmentation cristallinienne pour certains lasers.

Nous avons placé beaucoup d'espoir dans la possibilité d'amélioration de la précision réfractive liée à la précision et à la reproductibilité des paramètres des LFS.

## 2. Que dit la littérature ?

Concernant l'astigmatisme induit par la chirurgie (ACI), il n'existe aucun avantage démontré au LFS [7].

Concernant la précision réfractive sphérique, aucune étude ne montre d'avantage au LFS, sauf une. S.Y. Ewe en 2015, sur une série de 1876 patients de deux centres, ne constate aucun avantage au LFS. I. Conrad-Hengerer, en 2015 également, a abouti à la même conclusion avec une stabilisation plus précoce de la réfraction.

L'automatisation par le LFS du capsulorhexis réduit une variable parmi de nombreuses variables (mesures pré-

opératoires, calculs, chirurgie, LIO). Il permettra peut-être, pour un implant donné, d'affiner un tant soit peu la constante A. Il permettra probablement de distinguer les LIO mieux adaptées pour bénéficier de la stabilité potentielle de ce capsulorhexis prévisible.

## Conclusion

La chirurgie du cristallin constitue une opportunité d'emmétropisation. La précision s'est notablement accrue ces dernières années.

Les erreurs de mesures, et surtout les formules de calcul, constituent les principales limites actuelles. La prédiction de la position effective de l'implant est un problème clé que le laser femtoseconde peut, actuellement, résoudre de manière isolée. La technique chirurgicale intervient à un moindre degré.

Le futur pourra passer par l'amélioration de la prédiction préopératoire (plus de customisation), les mesures peropératoires, les optiques asphériques symétriques ou photo-ajustables.

## Bibliographie

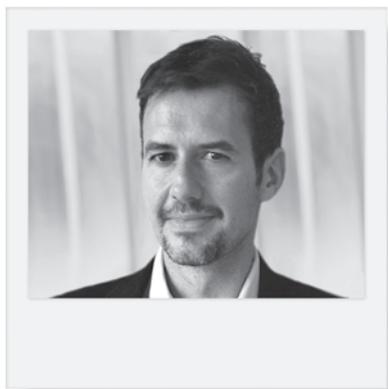
1. ARISTODEMOU P *et al.* Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:63-71.
2. OLSEN T. Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007; 85:84-87.
3. KATSANEVAKI V. What Really Works in Corneal Refractive Surgery? *In: ESCRS*. 2014, London.
4. NORRBY S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:368-376.
5. FINDL O. Effect of capsulorhexis size and position on IOL position : a prospective trail. *In: ESCRS*. 2013, Amsterdam.
6. OLSEN T, HOFFMANN P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:764-773.
7. DIAKONIS VF *et al.* Comparison of surgically induced astigmatism between femtosecond laser and manual clear corneal incisions for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:2075-2080.

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

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Chirurgie réfractive du cristallin

# Corrections cristalliniennes des astigmatismes : les moyens récents



→ D. GATINEL  
Fondation Rothschild, CEROC, PARIS.

**L'**astigmatisme oculaire résulte des effets conjugués de la cornée et du cristallin. L'astigmatisme cornéen est provoqué par une toricité excessive de la cornée. Le retrait du cristallin opacifié et son remplacement par un implant torique fournissent l'opportunité de corriger efficacement l'astigmatisme de l'œil opéré de cataracte.

Un implant de cristallin artificiel torique possède une puissance sphérique (ex. 22.5D) et une puissance cylindrique (ex. 3D). Il génère un astigmatisme dont la magnitude et le positionnement, qui dépend de l'orientation finale de l'optique vis-à-vis de la cornée, sont destinés à neutraliser la composante régulière de l'astigmatisme cornéen. La puissance nominale et le cylindre de l'implant sont calculés afin d'induire la réfraction souhaitée pour

l'œil pseudophaque. Pour la plupart des fabricants, la puissance nominale de l'implant torique ne correspond pas à la valeur de son équivalent sphérique, mais au pouvoir optique requis en regard du méridien cornéen le plus cambré. Il faut lui ajouter celle du cylindre réfractif pour rendre l'œil emmétrope en regard des autres méridiens.

La cataracte, en particulier dans ses formes nucléaires séniles, peut être à l'origine de l'apparition, ou de l'accentuation, d'un astigmatisme oculaire. Il est, dans ce cas, interne et d'origine cristallinienne. Ce type d'astigmatisme découle des modifications de l'indice de réfraction et de la géométrie du cristallin opacifié ; il est le plus souvent de direction inverse. Plus rarement, un astigmatisme oculaire d'origine interne peut être provoqué par la bascule (le *tilt*) du cristallin, si celui-ci subit une subluxation et se retrouve en position ectopique.

L'astigmatisme à neutraliser au cours de la chirurgie de la cataracte est purement cornéen, et doit être déterminé en préopératoire grâce à des mesures kératométriques et/ou topographiques. L'astigmatisme chirurgicalement induit doit également être pris en compte pour l'estimation de l'astigmatisme cornéen destiné à être corrigé par l'implant torique. Celui-ci est en effet inséré dans le sac capsulaire après le retrait du cristallin au travers d'une incision potentiellement astigmatogène.

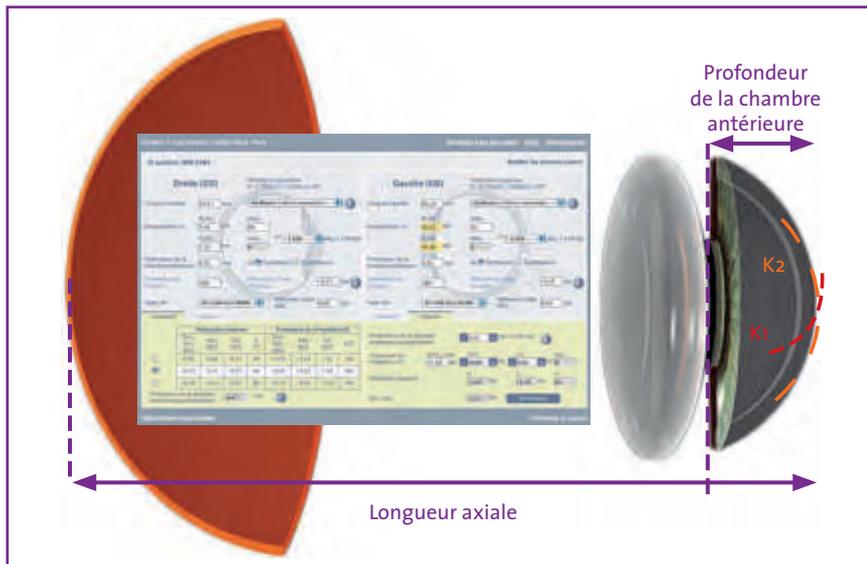
En plus des paramètres biométriques classiques comme la longueur axiale du globe oculaire, le recueil préopéra-

toire de la kératométrie ne se limite pas à la kératométrie moyenne mais, dans le contexte, doit comporter les valeurs de puissance et d'axe des deux méridiens principaux. La saisie de ces données dans un logiciel de calcul en ligne est nécessaire pour obtenir la puissance optimale du cylindre de l'implant et l'axe selon lequel celui-ci devra être aligné (*fig. 1*).

Les subtilités de la biométrie pour l'implantation torique, ainsi que les particularités des différents implants disponibles, pourraient faire l'objet d'articles dédiés. Nous limiterons notre propos aux principes généraux de la correction de l'astigmatisme en chirurgie du cristallin, en insistant sur les aspects relatifs à l'estimation de l'astigmatisme cornéen préopératoire. Cet article n'a pas d'autre ambition que d'apporter une première information aux cliniciens qui ne seraient pas encore familiers de cette méthode de correction réfractive permise par la chirurgie de la cataracte.

### Quelle magnitude d'astigmatisme cornéen faut-il corriger ?

Un astigmatisme réfractif supérieur ou égal à 1D pénalise la fonction visuelle (réduction de l'acuité visuelle non corrigée), et réduit la satisfaction postopératoire chez les patients désireux d'obtenir une indépendance à la correction optique en vision de loin après chirurgie de la cataracte avec implantation monofocale. La neutralisation de l'astigmatisme cornéen est un enjeu



**FIG. 1 :** Aux paramètres classiquement saisis pour le calcul de la puissance sphérique d'un implant torique dans un logiciel de calcul en ligne (au centre), il convient de préciser les axes et valeurs de kératométrie respective des méridiens principaux du dioptré cornéen antérieur.

particulièrement important quand on envisage la pose d'implants multifocaux, qui existent en version torique. La présence d'un astigmatisme cornéen de plus de 1D concerne environ 40 % des yeux opérés de cataracte et 22 % des yeux présentant un astigmatisme cornéen au moins égal à 1.50D [1].

La pose d'un implant torique peut donc être envisagée dans une proportion non négligeable de cas, en particulier dans les yeux atteints d'astigmatisme cornéen de patients souhaitant bénéficier d'une bonne acuité visuelle non corrigée après la chirurgie. Ainsi, quand la mesure effectuée par l'autoréfractokératomètre ou le biomètre révèle un cylindre cornéen dont la magnitude excède une dioptrie, il peut s'avérer cliniquement avantageux d'utiliser un implant torique.

### Comment bien mesurer l'astigmatisme cornéen ?

La magnitude de l'astigmatisme cornéen régulier et son orientation gouvernent le choix du cylindre correcteur de

l'implant torique, ainsi que l'axe selon lequel cet implant devra être orienté dans le sac capsulaire en fin d'intervention.

L'astigmatisme cornéen est couramment estimé par la kératométrie automatisée. Cette mesure repose sur l'analyse du reflet spéculaire antérieur de points répartis sur un cercle de 3 mm de diamètre centré sur le vertex cornéen et l'assomption que la cornée antérieure épouse une surface parfaitement sphéro-cylindrique, dont la courbure de chaque méridien serait constante et dont l'axe des méridiens de courbure extrême serait séparé d'un angle de 90°. La mesure fournie par les autoréfractokératomètres s'apparente ainsi à la mesure classique de kératométrie simulée, pouvant être obtenue par une simple mesure kératométrique manuelle, telle qu'effectuée avec un kératomètre de Javal. Cette valeur kératométrique ne tient compte de l'astigmatisme engendré par la face postérieure de la cornée que de manière indirecte, car elle est calculée avec un indice de réfraction kératométrique, dont la valeur est minorée vis-à-vis de l'indice de réfraction physique.

Les biomètres optiques modernes fournissent leur propre mesure de l'astigmatisme cornéen, qui est fondée sur des principes voisins de celui mis en jeu dans la kératométrie automatisée, mais avec un nombre supérieur de points de mesure (ex. 32 points sur deux cercles de 2,3 et 1,65 mm pour le biomètre Lenstar, Haag-Streit; 360 points sur deux cercles de 2,4 et 3,3 mm pour le biomètre AL-Scan, Nidek).

La présence d'une légère irrégularité de la courbure cornéenne antérieure peut réduire la précision du résultat des techniques de mesure biométrique [2]. En particulier, la précision de la kératométrie peut s'avérer insuffisante en cas d'astigmatisme induit par un kératocône, une cicatrice, ou un antécédent de chirurgie réfractive cornéenne [3]. Dans ces situations cliniques, l'attention du praticien peut être attirée par les discordances de kératométrie entre les mesures fournies par les différents instruments (auto-kératomètre vs biomètre), ou une faible symétrie entre les valeurs obtenues pour les yeux droit et gauche d'un même patient (réduction de l'énantiomorphisme qui est la propriété de symétrie en miroir qu'exhibent en général les yeux droit et gauche pour la direction de l'astigmatisme cornéen).

Au moindre doute, la réalisation d'une topographie cornéenne doit être effectuée pour appréhender de manière plus globale la nature et la magnitude de l'astigmatisme cornéen. Certains chirurgiens réalisent une topographie cornéenne de manière systématique chez les patients pour lesquels une implantation torique est envisagée.

### Mesure topographique de l'astigmatisme cornéen

Pour apprécier la direction de l'astigmatisme cornéen antérieur, il faut privilégier par défaut les cartes de puissance kératométrique axiale, ou de puissance

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Chirurgie réfractive du cristallin

réfractive. La concordance avec la mesure kératométrique est généralement bonne quand l'astigmatisme est régulier, et la cornée indemne d'une pathologie susceptible d'en modifier le galbe harmonieux (kératocône, dégénérescence pellucide marginale).

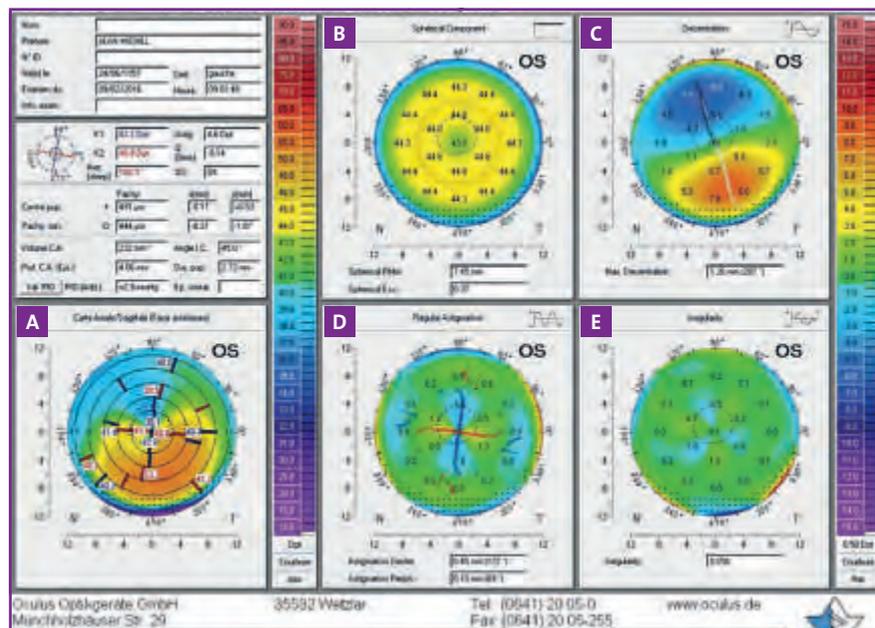
Quand la composante irrégulière d'un astigmatisme cornéen est prononcée, la détermination de l'axe des méridiens principaux n'est pas simple, car les deux hémiméridiens les plus cambrés ne sont généralement plus alignés. Cet aspect topographique particulier correspond à celui décrit par l'acronyme anglais SRAX. Dans ce contexte, il peut être intéressant de réaliser une carte d'analyse de Fourier ou de Zernike, qui repose sur la décomposition en harmoniques élémentaires du relief cornéen, et fournissent une méthode particulièrement élégante pour déterminer l'axe et la magnitude de la composante régulière de l'astigmatisme (*fig. 2*).

Ces subtilités topographiques propres à l'analyse de la topographie cornéenne antérieure ne doivent pas faire oublier que l'astigmatisme cornéen total réel résulte de l'effet conjugué des astigmatismes générés par les faces antérieure et postérieure de la cornée. En chirurgie de la cataracte, il est important de réaliser que la correction délivrée par un implant torique concerne l'astigmatisme cornéen total. Or, l'analyse kératométrique de la topographie cornéenne spéculaire ne permet pas de mesurer la réelle contribution de la face postérieure de la cornée. L'astigmatisme dit "interne" correspond classiquement aux effets conjugués de la face postérieure de la cornée et du cristallin, car il est estimé en soustrayant à l'astigmatisme oculaire l'astigmatisme généré par la surface antérieure de la cornée.

La variation de l'indice de réfraction entre le stroma et l'humeur aqueuse est de signe opposé et environ 10 fois plus

faible qu'entre l'air et le stroma. Ainsi, en cas de toricité d'axe identique entre les faces antérieure et postérieure de la cornée (propriété observée pour la plupart des astigmatismes "congénitaux" étudiés en topographie d'élévation), la toricité de la face postérieure de la cornée atténue légèrement l'astigmatisme induit par la face antérieure. La magnitude de l'astigmatisme cornéen postérieur a été estimée entre 0.18D et -0.31D [4-7]. Pour cette raison, chez le sujet indemne de cataracte et de pathologie cornéenne acquise, il existe une bonne corrélation entre l'astigmatisme cornéen antérieur et l'astigmatisme réfractif (faible astigmatisme interne d'origine cornéenne dont la magnitude moyenne n'excède pas 0.5D) [8, 9].

En cas de toricité importante (astigmatisme cornéen congénital prononcé, kératocône, greffe de cornée, antécédent de kératotomie radiaire), l'astigmatisme de la face postérieure peut devenir plus significatif, et sa prise en compte pour l'estimation de l'astigmatisme cornéen total peut s'avérer cliniquement pertinente [10]. Les topographes d'élévation fournissent par défaut une mesure disjointe des astigmatismes cornéens antérieur et postérieur; mais, pour certains, une mesure conjointe est proposée, et celle-ci fournit alors une estimation de l'astigmatisme cornéen total. Toutefois, l'utilisation d'un topographe d'élévation combinant imagerie Scheimpflug et spéculaire (Galilei) n'a pas démontré un gain très significatif pour la précision de la correction de l'astigmatisme cornéen [11].



**FIG. 2 :** L'orientation de l'harmonique correspondant à la composante régulière de l'astigmatisme cornéen peut être choisie pour déterminer l'axe d'orientation optimale de l'implant. Elle figure dans la carte "Astigmatisme régulier" (D). La carte de topographie axiale (A) ne permet pas de repérer de manière évidente l'orientation de la composante régulière de l'astigmatisme cornéen. La carte "Sphérique Component" (B) est utile pour estimer la puissance apicale de la cornée (ici proche de 43D). La déformation globale du galbe cornéen est principalement liée à une harmonique de type coma (C) et au cumul d'autres irrégularités non systématisées (E).

### Limitations de la correction de l'astigmatisme par les implants toriques

Une mesure fiable de l'astigmatisme cornéen ne fournit pas l'assurance d'une correction réfractive optimale en chirurgie de la cataracte avec implant torique. Plusieurs limitations,

de natures diverses, peuvent réduire la précision de la procédure. Ces considérations revêtent une importance variable selon que l'ambition du chirurgien est de réduire partiellement l'astigmatisme oculaire ou de l'éliminer totalement, comme dans les situations où l'implant est non seulement torique mais aussi multifocal afin d'induire une indépendance maximale à la correction optique en vision de loin et de près.

### 1. Limitations biométriques

Les formules de calcul biométrique reposent sur certaines assomptions, comme la position effective de l'implant dans l'œil, qui peut influencer sur la précision de la correction de la composante cylindrique de la réfraction en postopératoire. Un nombre croissant de formules et nomogrammes industriels, institutionnels ou personnels sont proposés aux chirurgiens et sont fondés sur certaines considérations empiriques et des caractéristiques biométriques et optiques, comme l'orientation de l'astigmatisme cornéen.

### 2. Limitations chirurgicales

Le repérage de l'axe d'alignement souhaité de l'implant sur l'œil est une procédure qui exige l'utilisation de repères anatomiques naturels (vaisseaux limbiques) ou artificiels (marquage à l'encre chirurgicale). Pour faciliter ce repérage, on peut utiliser des systèmes relativement rudimentaires et opérateur-dépendants comme un marqueur à bulle, ou plus objectifs et sophistiqués comme les systèmes d'acquisition, de reconnaissance et d'injection d'image du segment antérieur dans le microscope chirurgical (ex. systèmes Verion ou Callisto). L'utilisation d'un système de mesure aberrométrique peropératoire (ex. ORA) fournit une appréciation directe de l'astigmatisme oculaire juste avant et au décours immédiat de l'insertion d'un implant torique, mais la pré-

cision voire la pertinence des mesures peropératoires demeurent sujettes à caution dans ce contexte.

Une simple application pour smartphone peut également fournir une assistance pratique et moins onéreuse pour bien orienter un implant torique. Les capteurs photographiques récents peuvent aujourd'hui saisir une image bien résolue de repères limbiques (vaisseaux ou marques). Cette image peut être orientée grâce aux systèmes gyroscopiques dont sont équipés les smartphones pour contrer les effets de la cyclorotation oculaire entre les positions debout et allongée (applications Toreasy, Google Play/Toraxis, App Store).

Enfin, si un examen de topographie cornéenne a été réalisé, il est possible de repérer avec précision l'orientation de la cornée en position debout. La carte topographique et/ou la capture du reflet spéculaire en surimpression doivent être affichées en activant une option permettant de superposer un réticule angulaire gradué en degré. Les repères anatomiques comme les vaisseaux limbiques, les taches pigmentées que l'on peut souvent identifier sur l'image capturée ayant servi au calcul de la courbure ou au recueil de l'élévation, fournissent des repères fiables et immuables. Ils facilitent le repérage précis de la position de l'axe selon lequel l'implant torique doit être orienté.

Malgré la sophistication de certaines de ces approches, le repérage oculaire de l'axe de l'astigmatisme cornéen ne peut être garanti avec une précision absolue, en raison de phénomènes de parallaxe, de différences dans le port de tête et d'alignement du globe oculaire lors des mesures topographiques ou biométriques.

L'alignement de l'implant dans le sac capsulaire est effectué sous contrôle

visuel, et n'échappe pas à ces phénomènes de parallaxe. De plus, le maintien de la position finale de l'implant torique dans le sac capsulaire après l'intervention n'est pas toujours garanti, et une rotation de quelques degrés peut avoir des conséquences délétères et réduire l'efficacité de la correction de l'astigmatisme cornéen. Une erreur d'axe de  $10^\circ$  suffit pour engendrer une sous-correction de 30 % en magnitude et, au-delà de  $30^\circ$ , l'astigmatisme oculaire engendré par le décalage devient supérieur en magnitude à l'astigmatisme cornéen seul. Dans notre expérience, les cas de rotation secondaire d'implant torique sont plus fréquents pour les yeux forts myopes et les yeux atteints de kératocône.

Le contrôle de l'orientation effective de l'implant torique vis-à-vis des méridiens principaux peut être accompli au moyen de l'OPD-Scan III (carte Toric IOL display). (*fig. 3*).

### 3. Limitations conceptuelles

Malgré la sophistication croissante des techniques de mesure topographique et d'assistance pour l'alignement de l'implant, la correction de l'astigmatisme cornéen par une lentille torique insérée dans le sac capsulaire ne satisfait probablement pas complètement à une simple approche arithmétique. L'astigmatisme de l'implant, en effet, ne neutralise pas celui de la cornée par une simple addition de signes contraires. L'œil est un système optique dans lequel les dioptries principaux ne sont pas alignés et présentent un certain degré de *tilt* physiologique, qui peut être indirectement apprécié par la présence d'un angle kappa plus ou moins prononcé. Tandis que l'astigmatisme cornéen est mesuré vis-à-vis du vertex cornéen et que les mesures réfractives objectives sont effectuées vis-à-vis du centre pupillaire, le centrage de l'implant torique est quant à lui lié aux caractéristiques anatomiques du sac capsulaire.

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Chirurgie réfractive du cristallin

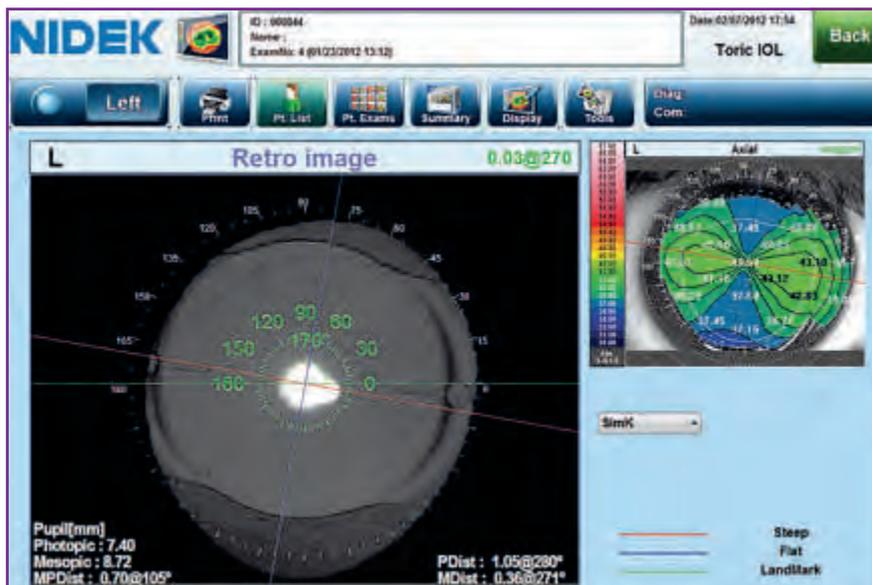


FIG. 3 : Contrôle de l'orientation de l'implant vis-à-vis de la cornée et des méridiens principaux, grâce au module Toric IOL display de l'instrument OPD-Scan III (Nidek).

Une parallaxe ou un *tilt*, *a fortiori* impliquant des surfaces toriques telles que la cornée et l'implant, sont susceptibles d'induire des effets optiques complexes incluant un certain degré d'astigmatisme régulier, dont l'axe et la magnitude sont relativement difficiles à anticiper.

### Conclusion

Ces considérations ne doivent pas dissuader le chirurgien de recourir aux implants toriques pour la correction de l'astigmatisme en chirurgie de la cataracte, mais en contenir l'ambition. L'effet cumulé des limitations précé-

demment citées est lui-même relativement imprévisible, car il peut prendre la forme d'une compensation ou, au contraire, d'une majoration de l'astigmatisme oculaire total résiduel.

En pratique, l'obtention d'un astigmatisme résiduel d'une demi-dioptrie doit être considérée comme un excellent résultat réfractif, en particulier pour les astigmatismes cornéens prononcés. Le recours aux implants toriques apparaît au total comme une option de premier ordre pour la correction d'un astigmatisme cornéen de plus d'une dioptrie, dans le but d'accroître l'indépendance à la correction optique de l'œil opéré.

### Bibliographie

1. FERRER-BLASCO T *et al.* Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:70-75.
2. WILSON SE *et al.* Advances in the analysis of corneal topography. *Surv Ophthalmol*, 1991;35:269-277.
3. ARFFA RC *et al.* Keratometry in epikeratophakia. *J Refract Surg*, 1986;2:61-64.
4. PRISANT O *et al.* Vector summation of anterior and posterior corneal topographical astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2002;28:1636-1643.
5. OSHIKA T *et al.* Regular and irregular refractive powers of the front and back surfaces of the cornea. *Exp Eye Res*, 1998;67:443-447.
6. DUNNE MCM *et al.* Posterior corneal surface toricity and total corneal astigmatism. *Optom Vis Sci*, 1991;68:708-710.
7. DUBBELMAN M *et al.* The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea. *Vision Res*, 2006;46:993-1001.
8. KELLER PR *et al.* The relation between corneal and total astigmatism. *Optom Vis Sci*, 1996;73:86-91.
9. GROSVENOR T *et al.* Predicting refractive astigmatism: a suggested simplification of Javal's rule. *Am J Optom Physiol Opt*, 1988;65:292-297.
10. SCHLEGEL Z *et al.* Total, corneal, and internal ocular optical aberrations in patients with keratoconus. *J Refract Surg*, 2009;25: S951-S957.
11. KOCH DD *et al.* Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: Effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:1803-1809.

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

## QUESTIONS FLASH

# Chirurgie réfractive du cristallin

## Chirurgie du cristallin clair chez le myope fort : où en sommes-nous ?

S. ZALUSKI  
VISIS, PERPIGNAN.

Les techniques d'extraction du cristallin clair à visée réfractive sont connues et utilisées de très longue date notamment pour la correction de la myopie forte où, avant même les implants, l'aphaïque pouvait réaliser – sauf complication – des miracles fonctionnels. L'amélioration des techniques de chirurgie du cristallin a modifié le concept. Le terme d'échange réfractif du cristallin (*refractive lens exchange*) a été introduit aux États-Unis par Howard Fine et le terme Prelex® (*Presbyopic lens exchange*) déposé par Kevin Waltz en 2000.

Les patients forts myopes sont considérablement handicapés par le port de verres correcteurs tant inesthétiques que responsables d'un mauvais confort visuel, notamment du fait de l'amputation du champ visuel périphérique. Les lentilles sont parfois mal tolérées après de nombreuses années de port, d'où la demande fréquente de chirurgie réfractive. Si le gain fonctionnel espéré est majeur par rapport à une correction par lunettes, il est le plus souvent relatif comparé à des lentilles bien adaptées. Le risque de cette chirurgie n'est cependant pas négligeable et, au-delà des complications possibles de la chirurgie du cristallin, s'ajoute le risque rétinien très particulier à cette population et dominé par le risque du décollement de la rétine (DR).

Plusieurs séries ont été publiées concernant des patients opérés d'extraction du cristallin clair pour des myopies de plus de 12D. Dans des séries comportaient 25 à 56 yeux avec un suivi

de plus de 3 ans, l'incidence est de 3,5 à 8 % (ce dernier taux sur un suivi de 7 ans après phacoémulsification et incision de 6,5 mm). Les séries plus larges (incluant les cataractes) s'intéressant aux chirurgies du cristallin permettent de mettre en évidence un risque très accru de DR en cas de rupture capsulaire et de vitrectomie peropératoires si l'âge est inférieur à 60 ans, et un risque quasi linéairement corrélé à la longueur axiale. Cependant, les résultats sont très discordants concernant l'augmentation réelle du risque comparé à l'évolution naturelle. La visualisation d'un décollement du vitré en échographie en mode B n'exclut pas le risque de survenue d'un DR.

Compte tenu de ces éléments, les indications restent d'exception. La poursuite d'une correction par lentilles de contact ou une nouvelle adaptation doivent être privilégiées. La chirurgie réfractive cornéenne trouve, en règle, ses limites aux environs de -8D. Une implantation en chambre postérieure est souvent une bonne indication si la distance endothélium/cristallin dépasse les 2,80 mm. Seule une opacification cristallinienne débutante ou une véritable intolérance aux lentilles avec handicap fonctionnel et sans solution alternative pourront faire basculer l'indication vers une chirurgie d'extraction du cristallin.

Techniquement, sans entrer dans les détails, la capsule postérieure doit être préservée en travaillant à distance. Il semble préférable de réaliser une hydrodélinaïation d'un petit noyau qui pourra être émulsifié, puis de travailler en mode épinoyau pour le cortex restant. Une implantation multifocale est envisageable. Un OCT maculaire préopératoire est justifié.

### Pour en savoir plus

- BOBERG-ANS G *et al.* Retinal detachment after phacoemulsification cataract extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2003;29:1333-1338.

- CLARK A *et al.* Risk for retinal detachment after phacoemulsification: a whole-population study of cataract surgery outcomes. *Arch Ophthalmol*, 2012;130:882-888.
- COLIN J *et al.* Retinal detachment after clear lens extraction for high myopia: seven-year follow-up. *Ophthalmology*, 1999;106:2281-2284.
- DAIEN V *et al.* Incidence, Risk Factors, and Impact of Age on Retinal Detachment after Cataract Surgery in France: A National Population Study. *Ophthalmology*, 2015;122:2179-2185.
- ERIE JC *et al.* Risk of retinal detachment after cataract extraction, 1980-2004: a population-based study. *Ophthalmology*, 2006;113:2026-2032.
- KUBALO LU A *et al.* Small incision clear lens extraction for correction of high myopia. *Eur J Ophthalmol*, 2004;14:1-6.
- NEUHANN IM *et al.* Retinal detachment after phacoemulsification in high myopia: analysis of 2356 cases. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:1644-1657.
- OGAWA T *et al.* Usefulness of Implantation of Diffractive Multifocal Intraocular Lens in Eyes with Long Axial Lengths. *J Ophthalmol*, 2015;2015:956046.
- PUCCI V *et al.* Clear lens phacoemulsification for correction of high myopia. *J Cataract Refract Surg*, 2001;27:896-900.
- SCHWEITZER C *et al.* Crystalline lens surgery in high myopia: a 5 year prospective study. ESCRS 2012, Milan.

## Implants multifocaux à profondeur de champ étendue : le point

S. ZALUSKI  
VISIS, PERPIGNAN.

La chirurgie de la cataracte est devenue une chirurgie phaco-réfractive, dont les objectifs sont de combiner la restauration d'une bonne acuité visuelle à une perte ou une diminution de la dépendance aux lunettes lorsqu'elle est souhaitée. Il nous appartient donc de connaître et proposer les différentes options réfractives lorsqu'elles semblent possibles.

La multifocalité repose sur un compromis entre qualité de vision (vision

## QUESTIONS FLASH

# Chirurgie réfractive du cristallin

mésopique, vision des contrastes, phénomènes photiques) et performances visuelles (vision de loin, vision intermédiaire, vision de près). Le paradoxe en multifocalité est que, habituellement, meilleure est la vision de près, plus présents sont les effets photiques, plus important sont les halos.

Les implants à profondeur de champ étendue représentent une nouvelle gamme d'implants, permettant d'obtenir une bonne vision intermédiaire adaptée aux nouvelles habitudes de vie de nos patients (utilisation courante de tablettes, d'ordinateurs de bureau, lecture de magazines...). La vision mésopique est favorisée par une moindre déperdition de lumière et une moindre perte de sensibilité aux contrastes. Les halos sont en règle moins fréquents, moins importants, moins durables qu'avec des implants bi- ou trifocaux.

### Les produits disponibles

#### 1. LENTIS® Comfort (Oculentis) (fig. 1)

La zone optique est construite en combinant deux surfaces sphériques avec des rayons différents : la face antérieure comporte une addition de +1.50D en secteur inférieur destinée à fournir une vision de loin jusqu'à 60 cm. La perte lumineuse évaluée à moins de 7 % pour des valeurs atteignant entre 14 à 20 % pour les implants diffractifs traditionnels.



FIG. 1.

#### 2. TECNIS® Symphony (Abbott Vision) (fig. 2)

C'est un implant diffractif qui existe en version sphérique et torique. Il combine deux technologies complémentaires : un design échelle qui introduit un nouveau modèle de diffraction de la lumière créant une zone de focalisation étendue qui augmente la profondeur de champ, et une technologie achromatique qui corrige les aberrations chromatiques et augmente le contraste

TECNIS® Symphony permet le maintien d'une acuité visuelle moyenne de 10/10 ou plus jusqu'à 1.5D de défocalisation, une vision fonctionnelle continue (5/10

ou plus) jusqu'à 2.5D de défocalisation et une incidence de halos et d'éblouissements moindre qu'avec un multifocal, tant en fréquence qu'en importance. La transmission de lumière est de 92 % avec Symphony contre 82 % avec un TECNIS® Multifocal en vision mésopique (pupille de 5 mm). La MTF est d'environ 1,6 fois plus élevée avec un Symphony qu'avec un ZMB, et elle est identique entre un Symphony et un TECNIS® Monofocal ZCB.

#### 3. Instant Focus® (Swiss Advanced Vision) (fig. 3)

Il s'agit d'un implant acrylique hydrophile dont le principe optique diffractif

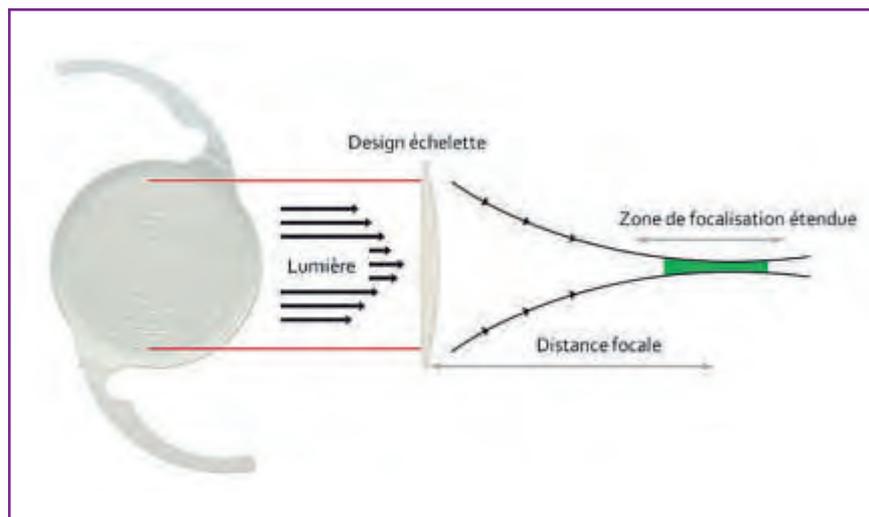


FIG. 2.

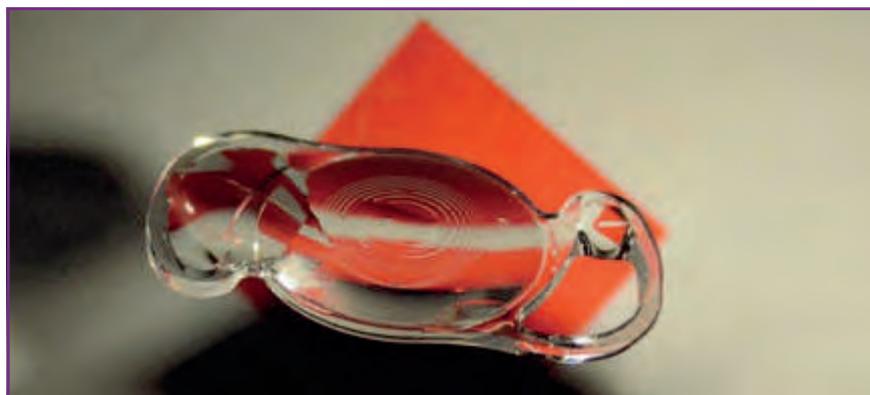


FIG. 3.

est tel que l'image est transformée en un tube de lumière sur une distance de 3D. Il bénéficie d'une expérience clinique et d'un recul modestes.

## Les indications

>>> La cataracte unilatérale représente certainement une indication excellente. Chez le sujet jeune avec une bonne vision de près de l'œil adelphe, on autorisera sur l'œil opéré une bonne vision intermédiaire avec peu de phénomènes photiques et une indépendance aux lunettes. Chez le patient presbyte habitué à porter une correction de près, on maintiendra la vision intermédiaire en sachant que le résultat sera optimisé après chirurgie du deuxième œil.

>>> En cas de cataracte bilatérale, il faudra s'adresser à des patients prêts à porter éventuellement des verres de près "comme lorsque vous aviez 45 ans" dont les exigences sont importantes en vision intermédiaire, et qui préfèrent moins de halos et une moindre indépendance aux lunettes.

>>> Les indications liées à la faible perte de transmission de la lumière? On peut s'interroger sur l'intérêt de ces produits en cas d'antécédents de chirurgie cornéenne, de glaucomes peu évolués ou d'altérations modérées de la région maculaire (membrane, altérations de l'EP, drusen...)

## Conclusions

Il n'y a pas un modèle d'implant universel pour tous les patients. Il nous appartient de connaître les produits, de savoir écouter les patients et les informer.

## Cataracte assistée par laser : quelle efficacité clinique et économique ?

D. TOUBOUL  
CHU de BORDEAUX.

Le passage à la chirurgie de la cataracte assistée par laser femto-seconde (*Femtosecond laser-assisted cataract surgery* [FLACS]) se heurte depuis plus de 5 ans à la question de la pertinence de l'investissement au regard du service rendu. Pourtant, il paraît évident que l'automatisation de la chirurgie est une voie d'avenir en ophtalmologie, et que le laser est un candidat de choix dans ce contexte. Pour comprendre cette situation, il faut faire la revue des connaissances disponibles concernant les résultats du FLACS. Il faut ensuite regarder le positionnement médico-économique du FLACS dans le décor actuel du marché de la cataracte et des implants. Les lignes de perspectives

sont encore peu dessinées, et certaines tendances peuvent dès à présent être discutées.

## Études publiées sur le FLACS

Il existe plusieurs méta-analyses reprenant les principaux résultats du FLACS. Assez peu d'études bien construites existent, et les études prospectives comparatives et randomisées sont très minces en effectifs et faible en puissance (neuf sont répertoriées). Ces études ne montrent pas de diminution significative des complications ni de différence en termes de vision avec le FLACS. Il existe en revanche des avantages biomécaniques et biométriques en faveur du FLACS. En particulier, la régularité du capsulorhexis est meilleure, le *tilt* des implants moins marqué, l'énergie dissipée nettement moins importante pour fragmenter le cristallin.

>>> Il faut citer l'étude de l'ESCRS (*European society of cataract and refractive surgeons*) utilisant la base de donnée EUREQUO qui repose sur une analyse déclarative prospective d'une

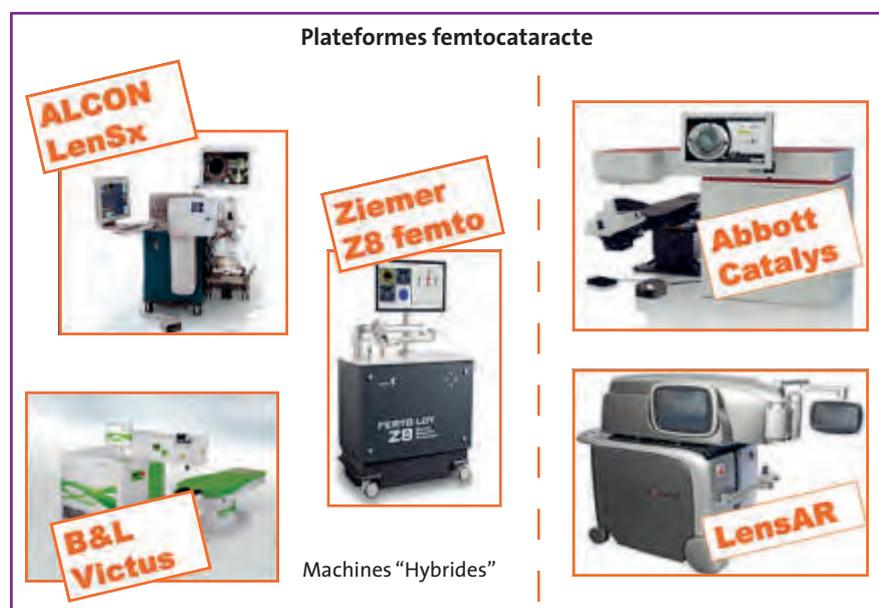


FIG. 1 : Plateformes FLACS sur le marché en 2016.

L'auteur est consultant pour Abbott Vision.

## QUESTIONS FLASH

# Chirurgie réfractive du cristallin

centaine de centres sur une dizaine de pays. Les cas inclus dans l'analyse sont nombreux et appareillés sur plusieurs paramètres avec des cas de chirurgie conventionnelle de la base EUREQUO. Ainsi, 2 814 FLACS ont été comparés à 4 987 cas conventionnels. Les conclusions présentées à l'ESCRS 2015 ne démontrent pas à ce jour la supériorité du FLACS. Cependant, l'étude présente de nombreux biais qui resteront multifactoriels.

>>> L'étude française FEMCAT, non achevée à ce jour, est très attendue par la communauté scientifique car présente des arguments méthodologiques et une envergure suffisante pour donner un éclairage objectif sur l'efficacité médico-économique du FLACS. Les résultats sont attendus début 2017.

>>> Enfin, lors du WOC 2016 (*World ophthalmology congress*), les sessions de controverses sur le FLACS ont clairement démontré la baisse de l'intérêt des chirurgiens envers la réalisation des incisions et de la fragmentation du noyau par laser. Seul le capsulorhexis laser semble résister, mais essentiellement dans la perspective de l'utilisation d'implants "susceptibles" de type premium. Le gain de sécurité semble rester appréciable pour les chirurgies dites à risques (fragilité endothéliale ou zonulaire, petite chambre antérieure), ou les chirurgies de type PRELEX (exigence d'implantation prévisible maximale).

### Le pari des compagnies

Le "business plan" repose sur la convergence de plusieurs éléments à l'échelle mondiale tels que : la croissance démographique de la chirurgie de la cataracte (23 Mn d'actes par an en 2015 ; croissance de 3,5 % prévue entre 2013 et 2018, surtout nette en Inde), la diffusion des implants premiums, l'avidité des chirurgiens pour l'innovation, la popularité du laser auprès des patients, la continuité technologique après la

révolution du femto-LASIK. Dans ce contexte, l'industrie a donc investi massivement, et force est de constater que l'industrie du FLACS – regroupant cinq compagnies distinctes – bénéficie d'un marketing relativement persuasif.

Ainsi, le FLACS représente plus d'un quart du marché mondial des machines vendues en 2015 pour la chirurgie de la cataracte. Le plus gros pourvoyeur d'installations restant de loin le marché nord-américain. Les projections de machines installées mondialement en 2018 sont de 800 à 1 000 unités, avec une croissance de 5 à 25 % pour le marché américain (1 Mn de procédures/an) et de 1 à 10 % pour le marché européen (400 000 procédures/an). Actuellement, presque 40 % des 5 000 centres chirurgicaux nord-américains proposent le FLACS avec un taux de conversion de l'ordre 5 à 30 % (patients recrutés pour la chirurgie laser).

Nous pouvons observer que ce type de marché ressemble beaucoup à celui des implants premiums, représentant 27 % des profits tirés des implants en 2015 pour seulement 7 % des implants posés. Il s'agit donc d'activités à forte valeur ajoutée pour les compagnies. La croissance du PRELEX est néanmoins assez faible, et estimée à 3,4 % du marché en 2020. Le marché des implants toriques est, lui, plus conséquent et pourrait porter plus rapidement le développement du capsulorhexis laser.

Enfin, la comparaison avec le profil de développement du femto-LASIK semble illusoire. En effet, le femto-LASIK était arrivé à 30 % du marché en 5 ans d'existence, et représente 75 % du marché du microkératome à ce jour. Le FLACS n'est qu'à 5 % en 5 ans. Pourtant, dans les deux cas, les preuves de supériorité sur la technologie de référence sont faibles, et les surcoûts sont aussi élevés. Les différences majeures avec le cas du femto-LASIK reposent certainement sur, d'une part, la question du

remboursement des surcoûts du laser par les systèmes de soins qui ne se pose pas avec le LASIK et, d'autre part, sur le problème de la compétition de facturation au patient des surcoûts dus aux implants premiums. Ainsi, le laser est clairement vu comme un surcoût par le patient, une option qui, en plus, ne remplace pas pour l'instant les ultrasons dans le discours.

### Que cachent les surcoûts du FLACS ?

Ils sont variables d'une plateforme à l'autre, d'une ergonomie opératoire à l'autre et d'un pays à l'autre. Sur la base d'achat ou de location du FLACS à 350 k€ (amortissement sur 8 ans), avec maintenance d'environ 40 k€/an en fonction du nombre de procédures par année, le surcoût est estimé entre 300 (1 500 FLACS/an) et 700 euros par œil (250 FLACS/an). S'ajoutent les coûts cachés représentés par le temps passé à proposer et expliquer la technologie, la baisse de rendement au bloc opératoire estimée entre 30 et 50 %, le temps de formation continue des équipes et la pression supplémentaire sur le résultat qui rend les consultations postopératoires, elles aussi, potentiellement plus longues.

### Les freins identifiés

Ils sont pour l'instant nombreux. Le plus important est le surcoût susmentionné dans un contexte social où ni les mutuelles ni les systèmes de santé publique ne contribuent. La compétition avec la vente des implants premiums est médicalement paradoxale, car il est logique de proposer une offre couplée FLACS/premium. Elle est cependant pratiquement "autophagique" pour la cataracte. L'absence de preuve indubitable de la supériorité du FLACS est aussi un frein, qui pourrait éventuellement se desserrer dans le

futur. Les bons candidats restent tout de même les seniors aisés ou pas encore retraités, demandeurs d'une chirurgie PRELEX dont le marché est bien entendu limité actuellement.

Il existe donc un segment de marché encore libre et à conquérir pour la réalisation d'un capsulorhexis "lower cost" pour la cataracte de monsieur Tout-le-Monde, pour qui il n'existe pas de révolution "femto-dépendante" avec les implants monofocaux du marché. À noter enfin que le coût relatif de la chirurgie de la cataracte aurait augmenté en moyenne de 35 % durant les 15 dernières années.

## Évolutions à prévoir

Dans ce contexte de surenchère continue du coût de la chirurgie de la cataracte, de diminution relative des revenus des chirurgiens, il faut tout de même espérer que le capsulorhexis parfait trouvera son chemin dans nos blocs opératoires. Plusieurs perspectives d'évolutions sont possibles dans ce sens. Dans l'immédiat, la seule solution est le regroupement des opérateurs autour du FLACS avec un co-paiement de la part du patient. Demain, des offres "combi" vont probablement voir le jour, associant le pack phaco/implant/laser. Des machines "hybrides", associant laser de la cornée et du cristallin, vont permettre de diminuer une partie des surcoûts (Ziemer, Alcon et Bausch + Lomb sont déjà engagés). Des machines "fusion" sont à prévoir, intégrant le phacoémulsificateur dans le laser (ou l'inverse) dans le cadre d'un produit unique, peut-être plus rationnel et lisible pour les investisseurs.

Des alternatives au laser femtoseconde sont d'ores et déjà en cours de développement. Nous pouvons citer la société Capsulaser qui propose un laser thermique monté sur le microscope, permettant le capsulorhexis en une

seconde après coloration préalable de la capsule au bleu de trypan. Un autre laser femtoseconde (KELO TEC) serait à l'étude dans une configuration similaire mais sans utiliser de colorant. Les sociétés ApertureRx et Zepto proposent des alternatives venant directement en contact avec la capsule, utilisant un courant électrique ou des micro-ondes, tout en s'introduisant et se rétractant astucieusement dans la chambre antérieure. Le coût de ces dispositifs est inconnu, mais sera vraisemblablement largement inférieur à celui des FLACS actuellement disponibles.

## Conclusion

Nous ne savons pas combien de temps il faudra pour que le FLACS ou ses *challengers* permettent en routine l'automatisation du capsulorhexis et, pourquoi pas, d'autres étapes critiques de la chirurgie de la cataracte. Néanmoins, il est indubitable que l'évolution rapide des innovations dans le domaine des implants sera le moteur de ce changement. Enfin, il est heureux de constater que la culture de l'innovation raisonnée s'impose logiquement comme un modèle économique potentiellement viable en ophtalmologie.

### Pour en savoir plus

- DONALDSON KE, BRAGA-MELE R, CABOT F *et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cataract & Refractive Surg.* 2013;39: 1753-1763.
- UY HS, EDWARDS K, CURTIS N. Femtosecond phacoemulsification: the business and the medicine. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23:33-39.
- 2015 in Review: FLCS Use Rises, But Key Opinion Leaders Not Convinced, Market scope. January 20, 2016: By William Freeman.
- STRAUB L. CRST Europ. Evaluating the Impact of Laser-Assisted Lens Capsulotomy. (Janv 2014).
- WANG BM, ROCK N. Using the femtosecond laser to eliminate phaco. CRST, April 2015.

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

## Gestion des insatisfactions après implant multifocal

P. ROZOT

Clinique Juge – Clinique Monticelli – MARSEILLE.

La multifocalité cristallinienne aboutit en 2016 à de hauts niveaux de satisfaction chez les patients opérés, sous réserve de bonnes pratiques cliniques qui comportent : le respect des bonnes indications et des contre-indications, une information préalable claire et loyale, une précision biométrique et chirurgicale et enfin l'usage d'implants performants. Si la plupart des patients sont très satisfaits de leur vision après implantation, il existe toujours un certain pourcentage de patients qui expriment des doléances diverses, plus ou moins marquées, dont une grande partie est améliorable après analyse clinique soignée.

## Les différentes causes

### 1. Acuité faible par amétropie résiduelle

C'est la première cause d'insatisfaction représentant 64,5 % de celles-ci [1]. Il s'agit surtout d'amétropie sphérique, entraînant une vision floue essentiellement de loin. En cas de myopie induite résiduelle, on note en plus une augmentation d'intensité des halos, alors que la distance de lecture est réduite. En cas de tendance hypermétropique, au contraire, la distance de lecture est augmentée. Il convient d'attendre 2 semaines au moins afin d'obtenir une certaine stabilité de la réfraction, d'effectuer une réfraction subjective (les autoréfractomètres donnent souvent des chiffres d'amétropies aberrantes sur le versant myopique et d'astigmatisme).

# QUESTIONS FLASH

## Chirurgie réfractive du cristallin

Si l'amétropie est inférieure ou égale à 0.5 dioptrie, il est de règle de s'abstenir de tout traitement sur un œil non dominant. Mais, sur un œil dominant, la gêne pouvant être plus significative, il conviendra de proposer un complément réfractif qui bien souvent sera, sur ces faibles amétropies, une PKR. En cas d'hypermétropie, il est possible de proposer également une capture antérieure de l'haptique, en avant du capsulorhexis, ce qui permet de "gommer" environ 0.5 dioptrie d'hypermétropie [2]. Entre 0.50 et plus de 1.50 dioptrie, la chirurgie cornéenne complémentaire sera soit de type PKR, soit LASIK [3]. Au-delà de 1.5 dioptrie, si la chirurgie a été faite récemment (à moins de 2 mois), il est logique de proposer un échange d'implant, alors qu'au-delà de 2 mois on propose plutôt un implant en *piggyback* de type Add-On Secura (HumanOptics, Otwoo France) ou Sulcoflex (Rayner, Ophta-France).

Un astigmatisme résiduel donnera également un flou visuel de loin et une mauvaise qualité de près. Ce défaut réfractif est beaucoup moins fréquent depuis l'apparition des multifocaux toriques. Selon son importance, soit une chirurgie cornéenne complémentaire, soit un *piggyback* torique pourra être proposé.

### 2. Acuité basse par opacité de la capsule postérieure (PCO)

Les patients porteurs de multifocaux sont plus facilement affectés par l'opacité de la capsule, même modérée. C'est la deuxième cause d'insatisfaction multifocalité, pour environ 54 % [4]. Il faut la différencier d'une légère atténuation de qualité visuelle ressentie par le patient environ 2 mois après sa chirurgie, lors de la cicatrisation du sac, pour laquelle il est à éviter d'effectuer une capsulotomie compte tenu des risques rétinienés majorés en cas de réalisation de ce geste précocement après la phacoexérèse.

Cette PCO est bien sûr évaluée par l'acuité visuelle avec le trou sténopéique, et doit faire pratiquer un OCT maculaire en cas de doute. Les aberromètres à double passage de type HDA sont également très discriminants pour évaluer cette opacification (*fig. 1*) qui, dans certains cas – même d'apparence modérée en biomicroscopie – peut donner une diffusion oculaire importante et justifier alors la capsulotomie. Il convient d'effectuer celle-ci de façon suffisamment large (au moins 5 mm) (*fig. 2*) pour éviter d'éventuels éblouis-

sements supplémentaires sur les bords de la capsulotomie à pupille dilatée, notamment en conduite nocturne. Le traitement est bien sûr également préventif, avec la qualité du polissage capsulaire au temps de la phacoexérèse.

### 3. Vision floue par sécheresse oculaire

Cette vision floue intermittente, extrêmement fréquente au cours des premières semaines postopératoires, de façon caractéristique, est réduite par le clignement et s'accompagne de dou-

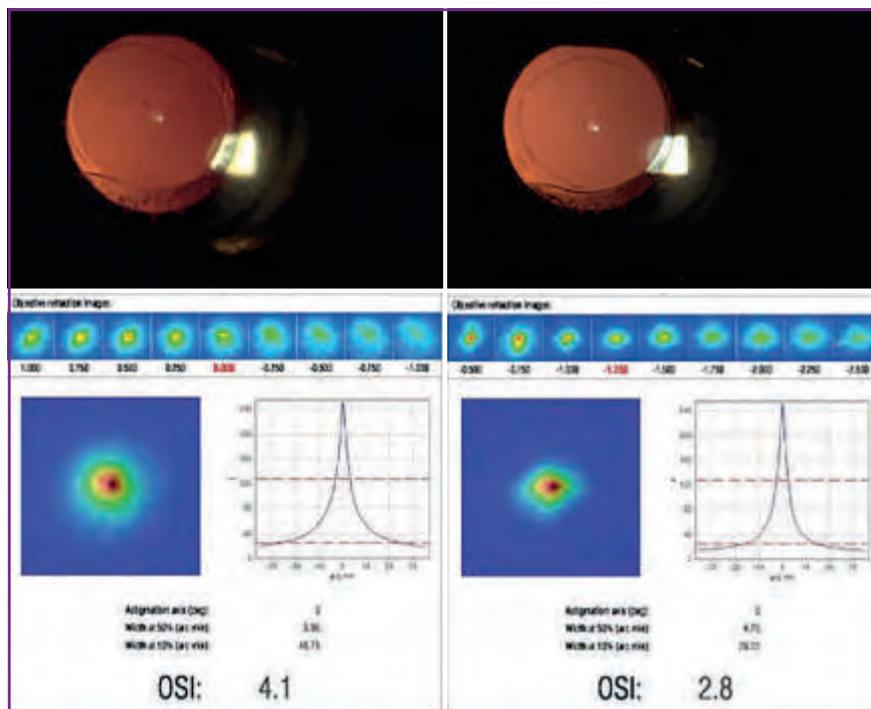


FIG. 1 : PCO et HDA.

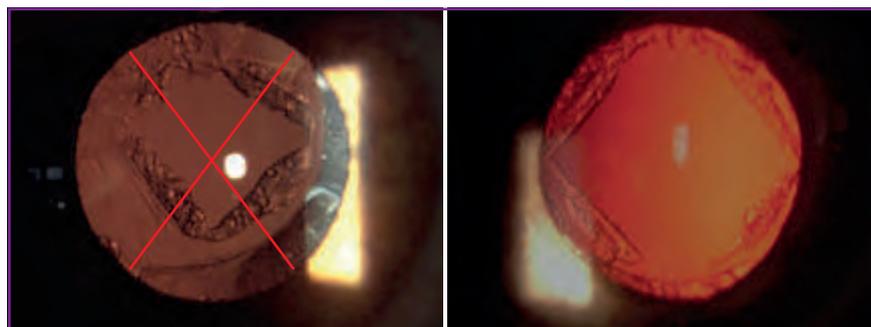


FIG. 2 : Capsulotomie étroite (à éviter), large (à privilégier).

leurs et éventuellement photophobie. Elle s'évalue avec les tests cliniques habituels de recherche d'insuffisance lacrymale et surtout en pratique par le temps de rupture lacrymal. Elle doit être traitée activement et de façon prolongée, si nécessaire, par des produits lubrifiants et éventuellement des bouchons lacrymaux, dans le cas les plus sérieux.

#### 4. Acuité basse par inflammation

L'inflammation précoce relève d'un traitement anti-inflammatoire stéroïdien ou non stéroïdien, plus prolongé, à doses dégressives pour les stéroïdes. Si l'inflammation survient de façon différée à 1 mois, il faut bien sûr éliminer un œdème maculaire par OCT, cet œdème étant rapidement ressenti lorsque le patient est porteur d'un multifocal. Intensément traité dès que dépisté, le traitement topique par anti-inflammatoires collyres et inhibiteurs de l'anhydrase carbonique est le plus souvent suffisant, associé à des larmes artificielles.

#### 5. Effets photiques

Les phénomènes de halos sont extrêmement fréquents, et constituent la première plainte spontanée pour la vision en conditions mésopiques ou scotopiques. Il faut donc qu'une information préalable soit apportée concernant ce point, de façon impérative, en signalant que ce phénomène est inhérent au principe des multifocaux, que ce ressenti de halos s'améliore généralement en quelques mois, la plupart des patients parvenant à neutraliser ce phénomène par neuroadaptation. Toutefois, un pourcentage d'environ 10 % de patients reste définitivement gêné pour la conduite nocturne, ce dont ils doivent être prévenus. Leur intensité est augmentée en cas de tendance myopique et en cas de pupille large: il est donc recommandé d'effectuer une pupillométrie avant pose d'implants

multifocaux, et on aura la notion d'une gêne importante si la pupille en atmosphère photopique est au-delà de 5 mm. En cas de gêne importante, il pourrait être proposé de la brimonidine qui réduit le diamètre pupillaire en ambiance photopique [5], et auquel on associera volontiers des larmes artificielles, car la sécheresse associée peut également augmenter l'intensité des halos.

L'éblouissement est extrêmement fréquent au cours des premières semaines, touchant environ 10 % des patients et noté de façon plus fréquente avec les implants à hauts indices de réflexion, mais diminue assez rapidement après quelques semaines. Là encore, l'usage de larmes artificielles peut réduire son intensité ainsi que le port de verres solaires. Un éblouissement tardif doit faire penser à la PCO et à son traitement par le laser Nd:YAG.

D'autres phénomènes, plus rares, peuvent être la source de l'inconfort visuel:

>>> Des aberrations sphériques, dépistées par la topographie cornéenne préopératoire, qui peuvent dans certains cas faire opter pour un implant multifocal corrigeant au mieux ces aberrations, notamment pour les cas où une chirurgie cornéenne préalable réfractive a été effectuée.

>>> Des images fantômes ou dysphotopies sont relativement rares, et doivent faire vérifier le centrage de l'implant (*fig. 3*) avec, dans quelques cas, des mesures correctrices de type repositionnement d'implant avec réouverture du sac et mise en place d'anneau de tension capsulaire si nécessaire, parfois un changement d'implant pour un modèle à 3 pièces dans le sulcus peut être indiqué.

>>> Intolérance cérébrale à la multifocalité: certains patients se plaignent de

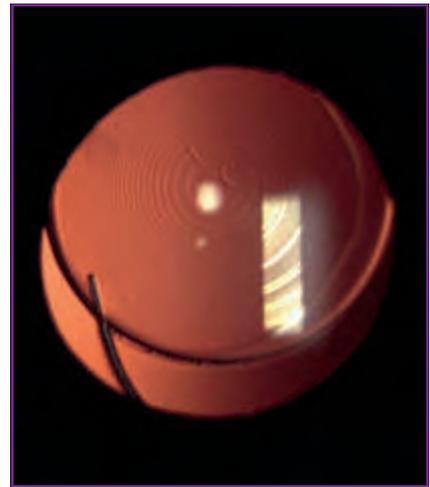


FIG. 3 : Décentrement d'implant multifocal.

vision floue malgré une acuité visuelle normale, l'emmétropie, la présence de milieux clairs et l'absence des autres causes citées précédemment. Ce phénomène rare touche moins de 1 % des patients, a pour hypothèse l'activation accrue d'aires d'association visuelle du cortex occipital induites par la présence d'imagerie rétinienne imparfaite, ou liée à la superposition des zones de l'implant [6]. L'IRM fonctionnelle a pu mettre en évidence cette hyperactivité corticale.

Une telle situation, après analyse complète et exclusion des autres causes d'inconfort, doit le plus souvent faire proposer un échange d'implant multifocal pour passer à un implant monofocal. Il s'agit d'un geste qui comprend d'autant plus de risques zonulaires et/ou rétinien que l'implantation a été ancienne. Néanmoins, les techniques actuelles d'explantation – le plus souvent réalisables par une incision d'environ 3,5 mm – permettent une réimplantation monofocale dans de bonnes conditions.

## [ Conclusion

Les progrès conjugués de la phacoémulsification, l'amélioration des optiques

## QUESTIONS FLASH

# Chirurgie réfractive du cristallin

des implants multifocaux aboutissent à une extension progressive des indications de telles lentilles intraoculaires. Mais il faut rester néanmoins prudent dans les indications : ainsi, la présence d'un état prépathologique doit faire soit réfuter la multifocalité, soit proposer une multifocalité réversible, par un *piggyback* primaire. Les patient à hautes exigences visuelles, que ce soit en vision de loin (ex. les pilotes où la contre-indication est de plus réglementaire, les patients pratiquant le tir, la photographie artistique) ou plus rapprochée (ex. architectes, bijoutiers), restent bien souvent à ce jour une contre-indication fonctionnelle qu'il faut savoir respecter en expliquant la notion de compromis visuel.

### Bibliographie

1. DE VRIES NE, WEBERS CA, TOUWSLAGER WR *et al.* Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. Multifocal intraocular lens optic anteriorization capture to correct residual refractive error. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:2077-2083.
2. AKAISHI L, BESSA T, VAZ R. Multifocal intraocular lens optic anteriorization capture to correct residual refractive error. *J Cataract Surg*, 2009;35:2077-2083.
3. ALFONSO JF, FERNÁNDEZ-VEGA L, MONTÉS-MICÓ R *et al.* Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol*, 2008;146:244-250.
4. WOODWARD MA, RANDLEMAN JB, STULTING RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:992-997.
5. McDONALD JE 2ND, EL-MOATASSEM KOTB AM, DECKER BB. Effect of brimonidine tartrate ophthalmic solution 0.2% on pupil size in normal eyes under different luminance conditions. *J Cataract Refract Surg*, 2001;27:560-564.
6. MALECAZE FJ, BOULANOUAR KA *et al.* Abnormal activation in the visual cortex after corneal refractive surgery for myopia: demonstration by functional magnetic resonance imaging. *Ophthalmology*, 2001;108:2213-2218.

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

## Indications conjointes cristallin-cornée en chirurgie réfractive : comment choisir ?

**B. COCHENER**

Professeur, Chef de service Ophtalmologie, CHU BREST.

Quel que soit le chapitre de la chirurgie réfractive, le principe de base qui doit guider le choix de la meilleure stratégie est "minimum de risque pour maximum d'efficacité", car il n'est pas dans ce registre d'opération obligatoire, mais l'objectif visé est fonctionnel.

Le catalogue des techniques est absolument à connaître en termes de concept, avantages, limites et complications, même si toutes ne sont pas pratiquées par l'opérateur. Le choix dépendra dans tous les cas de l'âge, des besoins et attentes, de la morphologie et anatomie oculaire, sachant que les techniques sont régulièrement complémentaires.

### Quand l'option cornée est indiscutable

En cas de cristallin transparent et de petits défauts réfractifs, c'est-à-dire une myopie inférieure à -8D, une hypermétropie inférieure à +6D et un astigmatisme de moins de 6D, la chirurgie cornéenne représente à l'unanimité l'option privilégiée. Cependant, il faut que la cornée respecte les critères de symétrie, de régularité, d'épaisseur et de "résistance" (viscoélasticité).

Lorsque l'accommodation est préservée, sa cible sera l'emmétropie, alors que chez le patient plus âgé ayant amorcé sa presbytie, les profils de traitement travailleront sur une monovision avec

ou sans modulation de l'asphéricité dans le cadre du LASIK.

En effet, les stratégies proposées sont : le LASIK, la photoablation de surface, le femtoseconde incisionnel, ou par extraction d'un lenticule intrastromal (SMILE). Mais, en cas de cornée à risque d'ectasie, il reste une place pour les anneaux myopiques ou de remodelage.

Enfin, dans le cadre des chirurgies également additionnelles – donc potentiellement réversibles – il faut mentionner le regain d'intérêt pour les *inlays* de la presbytie (en trou sténoïque, en lenticule multifocal ou en dessin asphérique) se plaçant dans une poche ou sous un volet cornéen, avec ou sans LASIK combiné, pour la correction d'une éventuelle amétropie associée.

### Quand l'option cristallin est indiscutable

Lorsque l'amétropie est forte ou que la cornée est trop fragile pour être touchée, la stratégie devient alors intraoculaire. Le choix se fera selon la transparence du cristallin :

>>> Lorsque le cristallin est clair : l'implant phaqué sera l'option légitimement à préférer. Ils peuvent être soit de chambre antérieure clippés à l'iris, soit de chambre postérieure précristalliniens. Ils sont disponibles dès -3 et +3D et en version torique. Ils exigent en revanche une profondeur de chambre antérieure suffisante (3 mm pour le premier et 2,8 mm pour le second), un endothélium sain et un suivi annuel.

>>> Lorsque la cataracte est installée : c'est bien entendu la question de la phacoexérèse avec mise en place d'un implant pseudophaqué qui se pose et qui ouvre le débat entre une optique monofocale ou premium quand la cible visée est réfractive.

## La frontière entre Prelex et cataracte : à la recherche d'une nouvelle définition

En effet, officiellement en France – et ce depuis la conférence de consensus de 1989 – la cataracte se définit par une altération optique et anatomique du cristallin, entraînant une baisse de vision de moins de 0.4 (5/10). Or, il est admis de tous que la cataracte, avant d'être source d'une telle diminution d'acuité, est d'abord responsable d'une dégradation de la qualité de vision (comme le mentionne la fiche SFO réajustée) [1].

La frontière n'est cependant pas aisée à définir, car la qualité de vision n'est pas facile à quantifier dans la pratique

quotidienne (questionnaire de vie, vision des contrastes, densitométrie du cristallin, mesure de la diffusion (*scattering*) de la lumière [2-4]. Cette question est actuellement en gestation auprès de la HAS, et est d'importance pour les tutelles puisque la chirurgie de la cataracte relève d'un remboursement par la Sécurité sociale, alors que la chirurgie réfractive du cristallin clair est à la charge du patient. Dans l'attente, il peut être recommandé de documenter le dossier des signes fonctionnels rapportés par le patient en inconfort et des photos lampe à fente du cristallin vieillissant, dont l'opacification se grade officiellement selon la classification LOCS III (*Lens opacities classification system III*) (fig. 1). Dans tous les cas, en 2016, nous devrions tous nous accorder

sur le fait que la chirurgie de la cataracte qui vise l'emmétropie, voire peut offrir l'affranchissement des lunettes, est une chirurgie réfractive.

## Mais un cristallin clair devrait être, si possible, respecté

En effet, en premier lieu surtout si un patient est jeune, l'accommodation préservée serait éliminée par le retrait d'un cristallin, source d'un handicap visuel mal toléré par le myope en particulier. Surtout en cas de vitré encore adhérent, le risque de décollement de rétine est accru, ce d'autant plus que le patient est myope. Il faut savoir que la vérification de l'interface vitréorétinienne est délicate. L'indication peut éventuellement

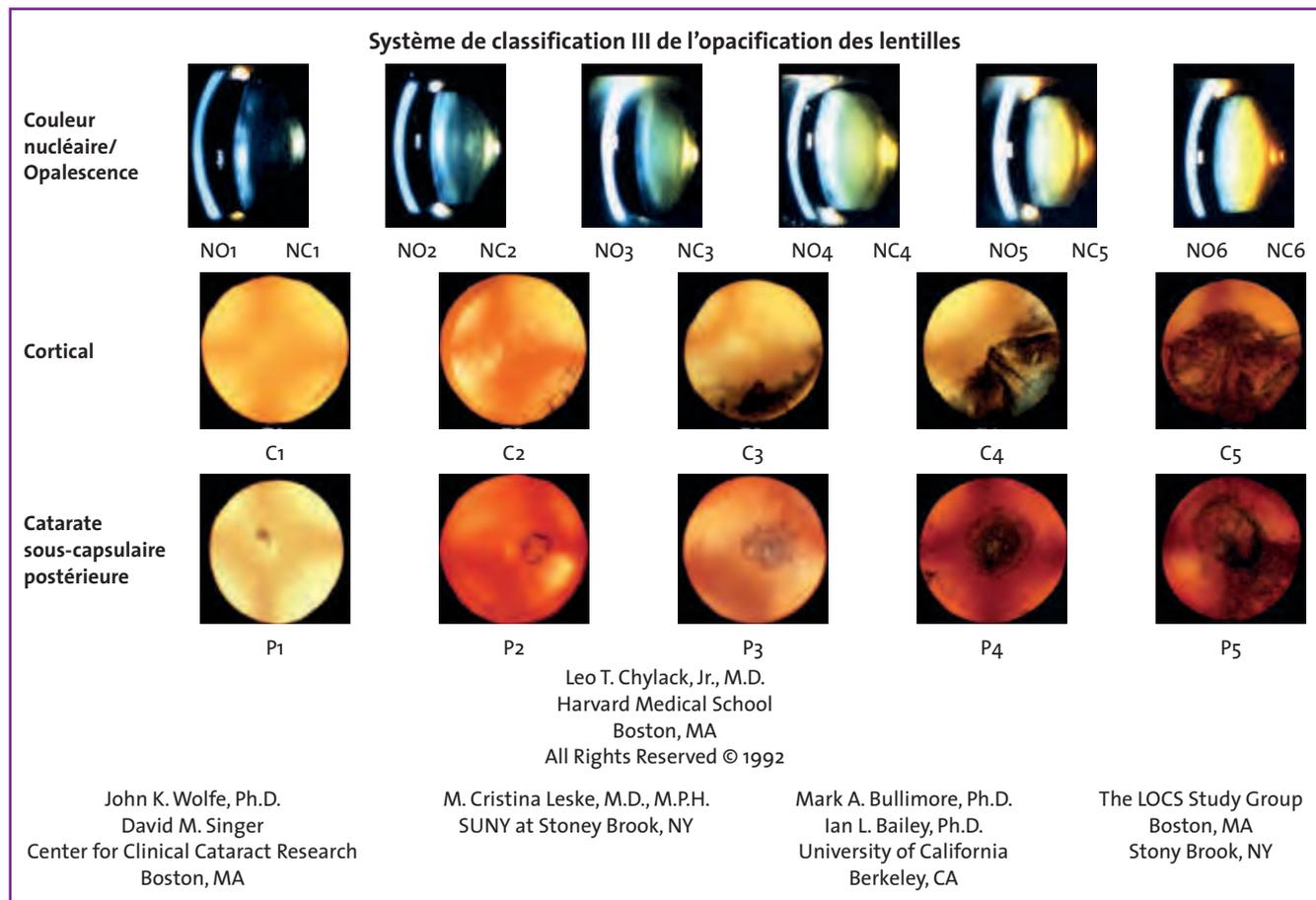


FIG. 1: Cotation LOCS III.

## QUESTIONS FLASH

# Chirurgie réfractive du cristallin

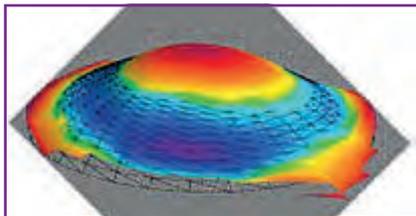
se discuter plus tôt chez le fort hypermétrope en cas de chambre antérieure étroite n'offrant pas l'espace suffisant pour accueillir un implant phaqué. Le risque rétinien y serait moindre, mais non nul.

### Quand se pose le débat cornée ou cristallin : à l'heure de la presbytie

Le choix sera donc guidé par l'amétropie, la transparence du cristallin et l'âge qui conditionne le degré de presbytie. Dans tous les cas, s'imposent une sélection prudente et une information exhaustive du patient. Schématiquement, avant 55 ans, la préférence est la cornée et au-delà le cristallin.

#### 1. Que peut-on faire en cornée ?

Le PresbyLASIK est aujourd'hui un profil "hyperprolate" guidé, de règle, par la topographie en ciblant un facteur Q d'asphéricité de  $-0.8$  à  $-1.0$ , afin d'induire des aberrations sphériques favorables à la profondeur de champ volontiers combinées à une mini-monovision d'au maximum de  $-1.5D$  sur l'œil dominé non directeur (**fig. 2**). Toutes les amétropies sont combinables. Cette technique emporte sur les autres procédures que sont l'Intracor<sup>®</sup>, qui consiste en la réalisation d'anneaux intrastromaux au laser femtoseconde, visant à modeler l'asphéricité cornéenne. Son principe fut la base du PresbyLASIK d'aujourd'hui, alors que cette opération est devenue anecdotique en raison du problème de



**FIG. 2 :** Modélisation du profil asphérique du PresbyLASIK.

centrage et du retraitement qu'elle a pu poser. Également en niche d'indication, rappelons ici le recours possible aux *inlays* intrastromaux destinés à compenser la perte d'accommodation, dont l'avantage premier est leur réversibilité.

Toutes ces chirurgies cornéennes travaillent donc dans la majorité des cas en **monovision**, et exige de ce fait une évaluation binoculaire et une dominance pas trop forte. Le patient doit être prévenu de possibles fluctuations actuelles et d'une stabilité au long cours inconstante.

#### 2. Que peut-on faire sur le cristallin ?

En premier lieu, s'accorder sur son retrait seulement à l'heure de son vieillissement, et expliquer au patient la dimension réfractive de ce geste de phacoexérèse. Le recours à une optique avancée repose sur deux propriétés essentielles :

>>> La **toricité** en cas d'astigmatisme cornéen de plus de  $1D$  (vérifié par vidéotopographie (**fig. 3**), corrélée idéalement au cylindre réfractif et interférométrique de la biométrie. Cette version torique des optiques, qui corrige l'ensemble de l'erreur réfractive en une étape, représente l'option de choix. Cependant, pour les petits astigmatismes ( $< 1.5D$ ), il est possible de proposer la chirurgie incisionnelle relaxante de l'axe le plus bombé, facilitée par l'avènement du femtoseconde qui peut travailler en intrastromal et est plutôt populaire aux États-Unis.

>>> Le second dessin d'optique qui occupe désormais la place dominante de la correction de la presbytie est la multifocalité : sectorielle réfractive (**fig. 4**) et surtout diffractive bi-, trifocaux (**fig. 5**), ou à profondeur de champ étendue. Le choix peut se faire selon les besoins et activités dominantes du patient. Si l'affinement des concepts a

permis de minimiser les phénomènes photiques induits, la déperdition lumineuse est inévitable, et le patient devra être informé de la perte de contrastes et de la dépendance du bon éclairage environnemental pour optimiser les performances visuelles.

À noter le développement des implant *piggyback* qui se glissent dans le *sulcus* en avant d'un implant intrasacculaire, avec un dessin adapté à cet espace. Ils visent à corriger une amétropie sphérique  $\pm$  cylindrique résiduelle (post-cataracte congénitale, traumatique, greffe...), voire à compenser la perte d'accommodation par une optique multifocale secondaire et, si besoin, réversible.

### Cornée et cristallin : parfois complémentaire en réfractif

#### 1. Cataracte après chirurgie réfractive

Cette population d'opérés dans leur jeune âge de chirurgie cornéenne (kératotomies radiaires, photoablation LASIK ou de surface) n'imagine plus retourner à un équipement optique. Leur demande et attentes sont grandes, alors que le calcul de la puissance exacte de l'implant est plus délicat que sur une cornée vierge. À défaut de disposer des données préopératoires, le calcul se basera sur la plus petite kératométrie à  $3\text{ mm}$  ( $-1$  traitement initial myopique et  $+1$  si hypermétrope). La vidéotopographie évaluant la régularité cornéenne et servant de base au calcul est indispensable. La toricité pourra se justifier et la multifocalité sera abordée avec prudence chez ces patients, qui doivent être prêts à l'échange si besoin, mais qui sont de règle très motivés.

#### 2. Retouche cornéenne après chirurgie intraoculaire

Parfois laser cornéen et implantation phaqué, ou pseudophaqué, sont complémentaires. Cela est particulièrement

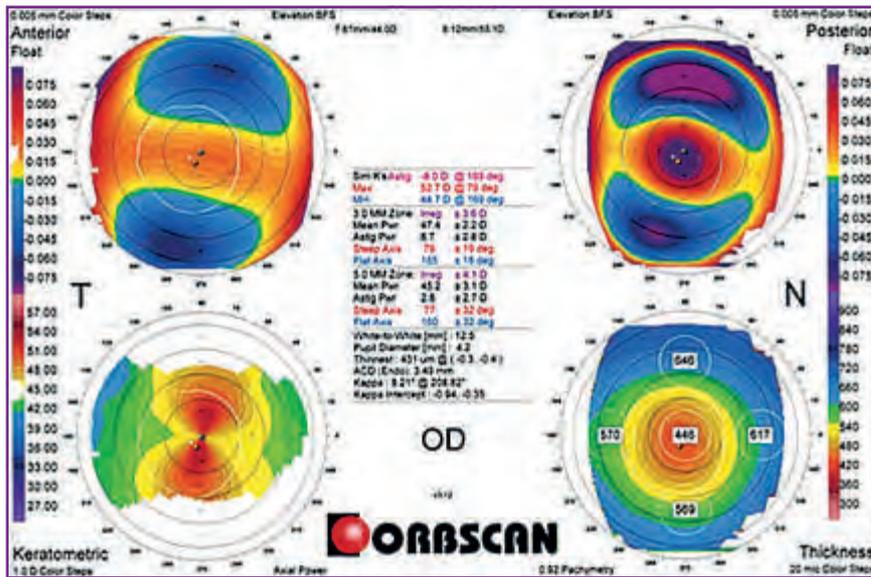


FIG. 3 : Topographie évaluant l'astigmatisme cornéen.

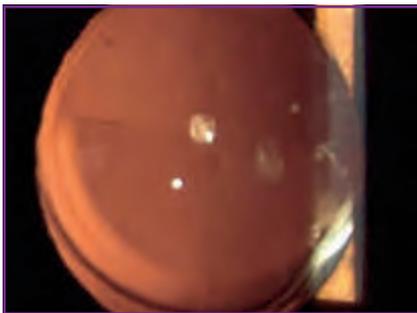


FIG. 4 : Implant multifocal réfractif sectoriel.



FIG. 5 : Implant multifocal diffractif trifocal.

en cas de multifocalité, et surtout avant l'avènement des modèles toriques, que la retouche par PRK ou LASIK peut être justifiée en raison de la nécessité d'atteindre l'emmétropie pour des résultats optimisés. Ce retraitement ne sera envisagé que 3 mois après l'opération initiale si le patient est demandeur, et peut être amélioré par verres correcteurs. Cela au terme de la cicatrisation de l'incision et de l'accomplissement du processus de neuroadaptation qui, parfois, atténue les imperfections. Plus récemment, ont été proposés le recours aux chirurgies incisionnelles au femtoseconde ou mise en place d'inlay sur yeux pseudophaques pour améliorer la vision de près.

## Cornée ou cristallin : critères requis en cas de correction de la presbytie

### 1. Exigences oculaires

L'absence d'anomalie oculaire concerne non seulement la régularité cornéenne mais également l'intégralité de la rétine. La tension oculaire doit être normale ou stabilisée et OCT, volontiers pratiqué en préopératoire pour vérifier la qualité de la macula. Il ne doit pas exister de maladies générales et, bien sûr, atteinte oculaire évolutive. La vision binoculaire doit être normale et si besoin évaluée en préopératoire, en particulier chez l'hypermétrope au passé de strabisme

ou de rééducation orthoptique. Enfin et surtout, la surface oculaire a démontré son importance, non seulement dans le confort ressenti du patient mais également dans la performance visuelle qualitative et la mesure objective des paramètres oculaires. Il conviendra donc de détecter, traiter avant la chirurgie et être vigilant dans les suites.

### 2. Attentes raisonnables

Au-delà des exigences irréalistes de certains patients demandeurs de retrouver une vision parfaite avec une totale indépendance aux lunettes, il est important de prendre en considération les besoins visuels spécifiques tels que conduite de nuit, nécessité d'une qualité de vision parfaite (pilotage...) qui peuvent faire recuser la chirurgie.

La sélection et les informations, déjà soulignées, sont cruciales. En plus de l'échange oral, l'évaluation qualitative de la vision pré- et surtout postopératoire impose des mesures approfondies, incluant les acuités visuelles aux trois distances (4 m ; 60 ou 70 cm, 33 cm) en mono- et binoculaire. Mais il faudra y associer : questionnaire de vie collectant les signes fonctionnels, vision des contrastes (MTF), courbe de défocus et vitesse de lecture.

### Bibliographie

1. ORTIZ D *et al.* Grading nuclear cataract opacity by densitometry and objective optical analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:1345-1352.
2. DIAZ-DOUTÓN F *et al.* Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2006;47:1710-1716.
3. COCHENER B *et al.* Correlational Analysis of Objective and Subjective Measures of Cataract Quantification. *J Refract Surg*, 2016;32:104-109.
4. GALLIOT F *et al.* Objective Scatter Index: Working Toward a New Quantification of Cataract? *J Refract Surg*, 2016;32:96-102.

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

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Glaucome

# Imagerie actuelle des fibres nerveuses rétiniennes et de la tête du nerf optique



→ J.-P. RENARD  
Centre Ophtalmologique Breteuil,  
Hôpital du Val-de-Grâce, PARIS.

**L'**identification des lésions structurales du nerf optique et de la couche des fibres nerveuses rétiniennes est une composante essentielle pour le diagnostic et la prise en charge du glaucome. Les techniques d'imagerie ont considérablement évolué ces dernières années, avec une amélioration à la fois des méthodes d'acquisitions et de celles de l'analyse des différentes images obtenues. Elles ont ainsi révolutionné les différentes approches cliniques du glaucome, notamment la possibilité de visualiser – pour certaines d'entre elles – les structures oculaires *in vivo* à l'échelle du micron, et de les quantifier automatiquement en fournissant ainsi des informations importantes.

Deux grandes techniques d'imagerie actuelles pour l'analyse des fibres nerveuses rétiniennes (FNR) et de la tête du nerf optique (TNO) peuvent être retenues : les rétinophotographies, d'une part, et les techniques d'imageries en tomographie par cohérence optique (OCT), d'autre part, avec un rôle essentiel de ces dernières devenues la véritable pierre angulaire de l'imagerie clinique oculaire.

### Les rétinophotographies

Les rétinographes non mydriatiques actuellement disponibles sur le marché par un examen rapide, sans contact ni dilatation nécessaire excepté en cas de pupille étroite (inférieure à 3 mm), permettent une acquisition rapide des images qui viennent documenter le dossier de tout patient glaucomateux. En pratique, un cliché couleur de 15° d'angle permet d'obtenir un grossissement suffisant pour évaluer finement les structures de la tête du nerf optique. Il est généralement associé à un cliché de 30°, voire de 45°, pour une observation plus précise du pôle postérieur et la détection de déficit au niveau des faisceaux arciformes des FNR péri-papillaires.

Leur intérêt majeur est d'obtenir une documentation datée de l'atteinte structurale de la TNO et des FNR, avec ainsi un archivage des données qui permet une analyse comparative des différentes acquisitions réalisées précédemment.

L'observation soigneuse des rétinophotographies complète l'examen biomicroscopique de la TNO, qui reste fondamental et indispensable. Elle s'attache notamment à mettre en évidence un certain nombre de modifications fondamentales, qui peuvent passer inaperçues lors de l'examen clinique rapide. L'évaluation de paramètres quantitatifs (taille et forme du disque optique, de l'anneau neurorétinien, de l'excavation, de l'atrophie péri-papillaire, du rapport c/d et du diamètre des artérioles rétiniennes) ainsi que celle de paramètres qualitatifs (configuration anormale de l'anneau neurorétinien, trajet vasculaire, présence d'hémorragie papillaire, déficit localisé des FNR) est complétée au cours du suivi par le dépistage de modifications de trois territoires spécifiques :

- les modifications de l'anneau neuro-rétinien et celles de l'excavation (amincissement localisé ou généralisé, encoche de l'anneau neurorétinien, visibilité accrue des pores de la lame criblée) ;
- les modifications vasculaires (orientation des vaisseaux, présence d'hémorragie vaisseau circumlinéaire dépassé) ;
- les modifications péri-papillaires avec une augmentation notamment de l'atrophie péri-papillaire bêta et une diminution de la couche des FNR.

Leur analyse, ou leur comparaison avec les différents clichés successifs, détecte souvent une ou plusieurs hémorragies papillaires non dépistées lors de l'examen clinique en raison de leur discrétion. La mise en évidence d'une

hémorragie papillaire doit, jusqu'à preuve du contraire, faire porter un diagnostic de glaucome même en l'absence d'excavation pathologique, comme elle signe également la conversion d'une hypertension oculaire en glaucome, alors que les autres données de l'examen de l'atteinte fonctionnelle et des autres techniques d'imagerie ne sont pas perturbées [1].

La perte des FNR s'observe facilement sur les rétinophotographies. Essentiellement localisée dans les secteurs temporaux supérieur et inférieur, elle se traduit selon son importance par un déficit fasciculaire isolé ou des déficits multiples.

Leur intérêt pour le suivi est à plus long terme, avec la mise en évidence d'une progression de l'atteinte structurale par une évaluation comparative des différents clichés réalisés dans le temps. Si elle permet rarement le dépistage d'une progression sur des clichés réalisés dans un court intervalle, elle apporte l'avantage de documenter les modifications de l'atteinte structurale à distance et surtout de dépister une éventuelle hémorragie papillaire souvent de petite taille passée inaperçue, et qui constituent un signe d'alerte majeure concomitant d'une progression de la neuropathie optique glaucomateuse avec une indication de la localisation de la progression (**fig. 1**).



**FIG. 1 :** Hémorragie péripapillaire temporelle supérieure.

Enfin, les principales limites des rétinophotographies sont marquées dans les glaucomes évolués avec des pertes avancées de l'anneau neurorétinien, pour lesquels la stabilité de l'atteinte de la TNO devient difficile à affirmer.

### **La tomographie par cohérence optique (OCT)**

Parmi les techniques d'imagerie, l'OCT occupe désormais une place essentielle dans l'imagerie clinique oculaire. Depuis 1991, date de la première réalisation de l'image OCT, la technologie a considérablement évoluée de façon continue en termes de vitesses d'acquisitions, de résolutions des images et de sensibilités diagnostiques.

Les OCT *Spectral Domain*, actuellement utilisés, permettent la réalisation d'une analyse des FNR, de la TNO ainsi que du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire (GCC). Les trois sites d'examen doivent être réalisés au cours du même protocole d'acquisition, car ils apportent des informations différentes, complémentaires, en fonction du stade clinique évolutif de la neuropathie optique glaucomateuse [2].

De nouveaux programmes d'acquisitions avec de nouveaux logiciels permettent d'améliorer la segmentation des différentes couches rétinienne et ainsi d'obtenir une meilleure interprétation des données des différents relevés, sans cesse en évolution, avec une évaluation tissulaire et cellulaire qui devient de plus en plus fine et détaillée.

### **L'analyse des fibres nerveuses rétiniennes**

Elle a largement bénéficié d'une meilleure connaissance du trajet rétinien des FNR grâce à des travaux récents qui ont permis ainsi de préciser le trajet des fibres interpapillomaculaires et des

fibres de l'hémirétine maculaire supérieure qui vont se projeter au niveau du quadrant temporal de la papille, alors que les FNR de l'hémirétine maculaire inférieure vont se projeter au niveau d'une zone déclarée de "vulnérabilité maculaire" située à la partie inférieure du quadrant temporal et à la partie supérieure du quadrant inférieur de la tête du nerf optique [3]. Un point important à souligner est la grande variabilité interindividuelle du nombre de FNR, d'un sujet à un autre, qui doit être prise en considération pour l'interprétation des différents relevés.

Une bonne analyse des FNR en OCT est conditionnée par un certain nombre de paramètres. Elle passe par une acquisition initiale qui doit être d'excellente qualité au cours de l'examen. Si la dilation pupillaire n'est pas indispensable, une bonne installation du patient doit être bien contrôlée avant et pendant l'acquisition. L'utilisation des fonctions d'optimisation, les systèmes d'*eye tracker* ainsi que la fonction logicielle de moyennage d'images permettent des acquisitions de bonne qualité pour lesquelles il faudra toujours vérifier la puissance du signal spécifique à chaque OCT-SD. Cet indice SS, de force du signal, doit être au plus haut niveau possible pour une acquisition de bonne qualité.

L'analyse du relevé doit tenir compte de toutes les informations disponibles. On vérifiera les cartes d'épaisseurs avec leur aspect en "sablier" ou en "aile de papillon", à la recherche d'une asymétrie ou d'une zone déficitaire entre les secteurs supérieur et inférieur. Les cartes de déviation ou des écarts, grâce à l'acquisition volumétrique au-delà du cercle habituel de mesure de 3,46 mm de diamètre, permettent un dépistage précoce d'un déficit débutant. Le déroulé des courbes TSNIT est contrôlé sur toute son étendue, à la recherche d'encoche ou d'affaissement plus ou moins large. Une attention particulière aux valeurs

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Glaucome

numériques des épaisseurs moyennes et de celles des quadrants supérieur et inférieur doit être portée. Enfin, la qualité du B-scan, segmenté à la partie inférieure du relevé, doit être contrôlée afin de dépister une éventuelle erreur de segmentation [2] (fig. 2).

Les relevés de l'analyse des FNR des différents OCT-SD se présentent tous d'une façon similaire, et leur analyse doit suivre la même démarche.

L'analyse colorimétrique des résultats comparés aux données de la base normative de chaque appareil, en fonction de l'âge et de l'ethnie, ne couvre pas l'ensemble des variations interindividuelles des résultats observés au sein de la population normale de même âge et de même sexe. Elle doit donc être prudente, avoir une valeur d'orientation, mais en aucun cas une valeur décisionnelle absolue [2].

L'épaisseur moyenne des FNR chez les sujets caucasiens est de l'ordre de 100 microns environ, avec des variations qu'il faut bien connaître en fonction de différents paramètres (longueur axiale, amétropie, taille du disque optique, dysversion...). La constatation de résultats faussement positifs non reproductibles a été rapportée chez environ 26 % des sujets sains et 40 % des glaucomes préperimétriques. Ils sont essentiellement en relation avec les facteurs anatomiques (longueur axiale, taille du disque optique...), et leur fréquence diminue nettement avec une meilleure reproductibilité obtenue avec des indices les plus élevés possibles de force du signal (SSI) [4-6]. Enfin, il est important de retenir que la reproductibilité d'un examen à un autre de la mesure de l'épaisseur des FNR est de l'ordre de 4 microns et que, dans les stades évolués de neuropathie optique glaucomateuse, l'analyse des FNR péri-papillaires perd son intérêt clinique en raison d'une mesure résiduelle de tissu glial de l'ordre de 40 à 45 microns, limi-

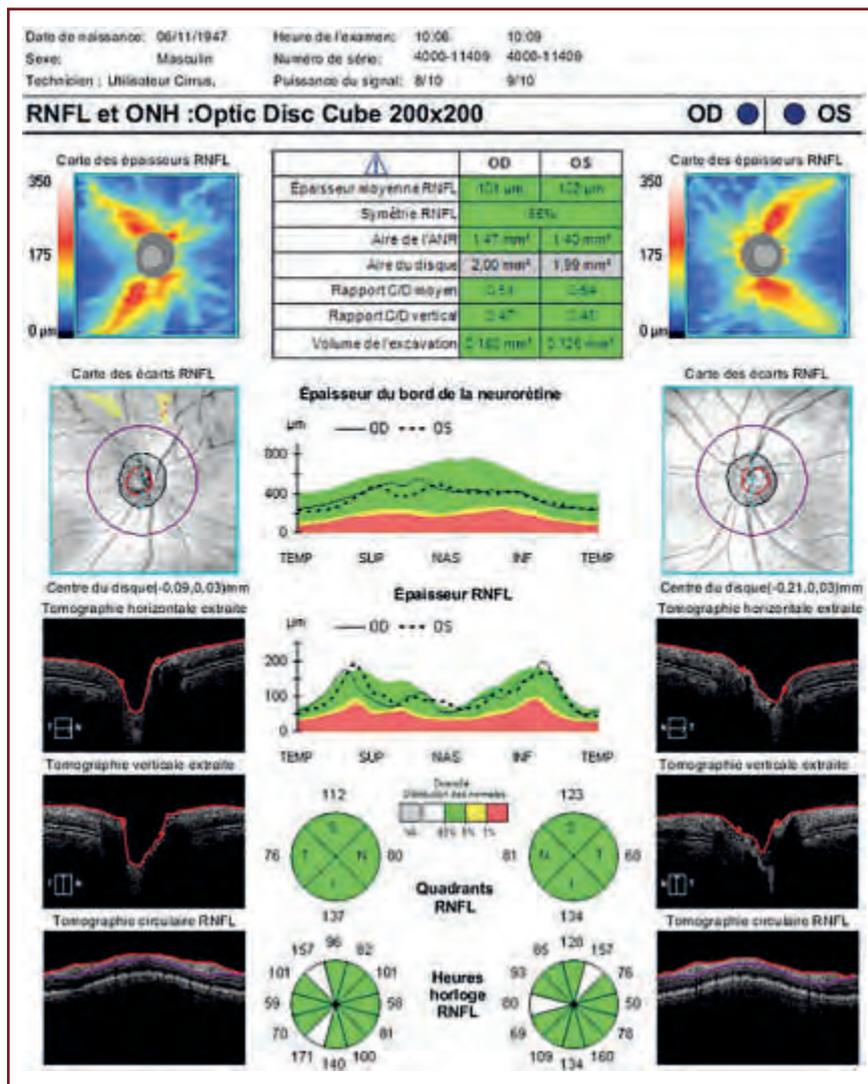


FIG. 2 : Relevé normal de l'analyse Cirrus des FNR.

tant ainsi le suivi de la progression dans ces formes évoluées de glaucome.

### L'analyse de la tête du nerf optique

L'analyse de la tête du nerf optique (TNO) en OCT-SD est limitée en raison des variations interindividuelles à la fois du disque optique et des différents types de lésions débutantes de glaucome à son niveau. À ce jour, il n'a pas été défini de paramètre diagnostique

optimal de la TNO pour toutes ces variations anatomiques. L'évaluation du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire apporte un diagnostic plus performant dans de nombreuses situations anatomiques de la TNO, notamment en cas de myopie (dysversion, taille du DO, APP) et de glaucome focal ischémique.

On retiendra que les paramètres les plus importants en OCT-SD pour l'évaluation de la TNO sont l'aire de l'anneau neuro-rétinien (RIM) et le c/d vertical. Leur

intérêt et leur importance ont été rapportés dans de nombreuses études [7].

Un nouveau paramètre, le BMO-MRW (*Bruch's membrane opening minimum rim width*), qui permet une évaluation de l'épaisseur minimale de l'anneau neurorétinien au niveau de l'extrémité de la membrane de Bruch, présente un

intérêt diagnostique important dans l'analyse de la TNO avec une sensibilité de l'ordre de 73 % pour une spécificité de 95 % [8, 9] (**fig. 3**).

Les nombreuses variations anatomiques de la TNO expliquent ainsi les grandes variations interindividuelles de son analyse en OCT, avec la difficulté

de définir un paramètre diagnostique suffisamment pertinent (dysversión, myopie, APP, drusen...). L'analyse du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire présente alors tout son intérêt dans ces formes cliniques [10].

### Analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire (GCC)

De nombreuses études ont largement démontré l'intérêt des paramètres de l'analyse des couches internes de la rétine (FNR, couches des cellules ganglionnaires et plexiforme interne) dans la détection du glaucome, avec une corrélation topographique bien démontrée entre les déficits des FNR péripapillaires et ceux du complexe cellulaire ganglionnaire et plexiforme interne détectés en OCT-SD. La reproductibilité des examens est excellente, avec un coefficient de variation nettement inférieur à celui de l'évaluation des FNR péripapillaires et des acquisitions qui évoluent vers des plus grandes surfaces [11].

Différents OCT-SD complètent cette analyse avec l'évaluation d'indices complémentaires :

- l'indice GC IPL minimum (*Ganglion cell-inner plexiform layer*) de l'OCT Cirrus localise la zone la plus fine du complexe cellulaire ganglionnaire-plexiforme interne ;
- les indices FLV (*Focal loss volume*) et GLV (*Globale loss volume*) sont conçus pour détecter les pertes focale et globale de l'analyse maculaire de l'OCT RTVue (**fig. 4**). De nombreuses études ont rapporté la grande sensibilité diagnostique ainsi que pour le suivi de l'évolution des ces différents indices.

L'analyse du relevé suit les mêmes principes que ceux de l'analyse des FNR, avec un protocole identique (analyse de l'épaisseur de la couche du complexe GCC, analyse des cartes de déviation

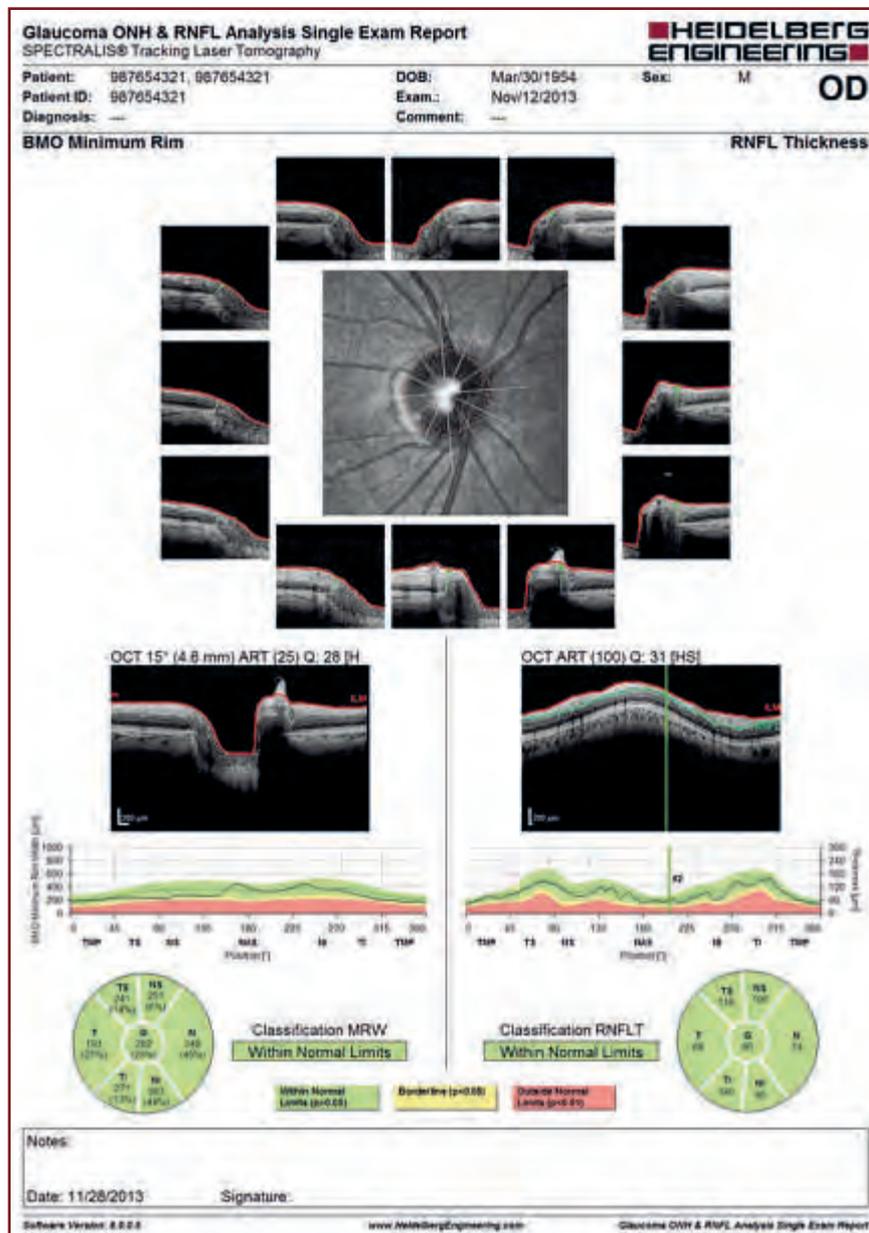


Fig. 3 : Relevé normal d'analyse de l'indice BMO de la TNO et des FNR OCT Spectralis.

# MISES AU POINT INTERACTIVES

## Glaucome

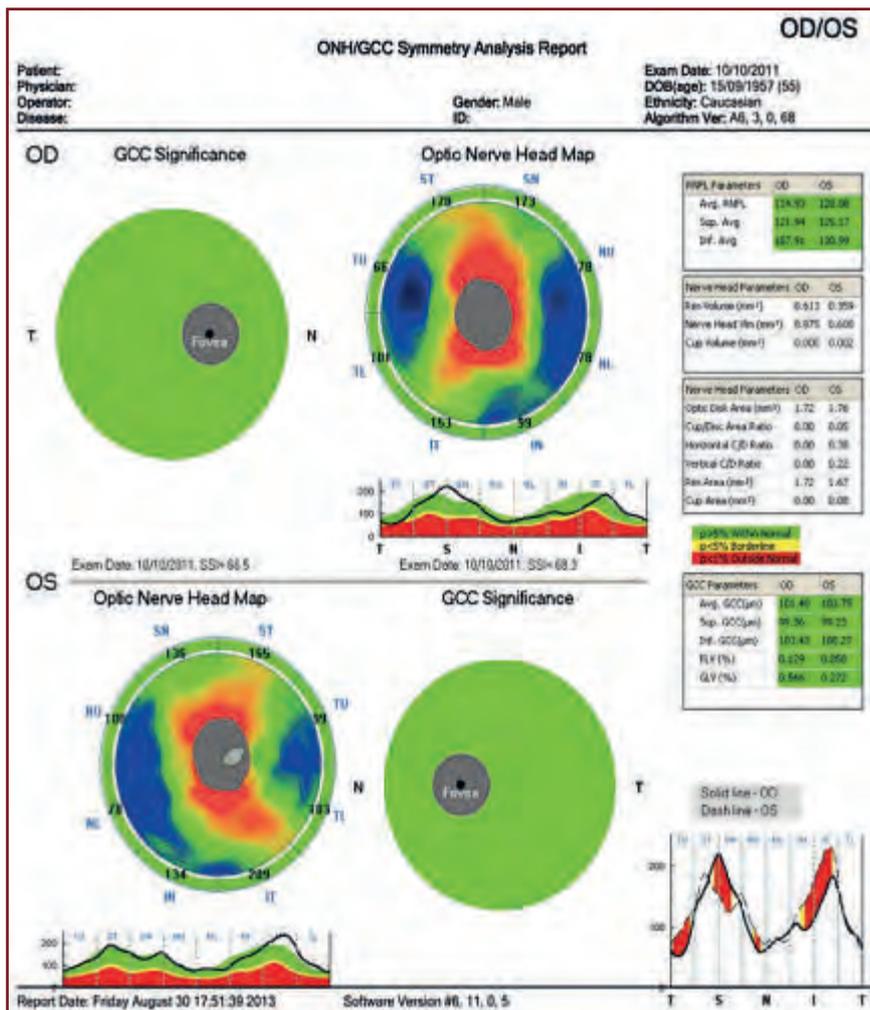


FIG. 4 : Relevé normal RTVue du complexe GCC avec analyse de symétrie OD-OG.

et des épaisseurs moyennes des différents paramètres). La cartographie des déficits du complexe GCC est mieux connue avec une atteinte initiale prédominante au niveau de l'hémirétine maculaire inférieure, en particulier dans le secteur temporal inférieur où elle doit être recherchée de façon électorive dans les hypertensions oculaires, chez les suspects de glaucome et dans les glaucomes débutants. La proximité de la zone déficitaire près de la fovéa doit faire suspecter l'existence d'un scotome paracentral qui, s'il est non décelé au relevé du champ visuel en PAS 24°-2, doit faire pratiquer un dépistage au champ visuel 10°.

Plusieurs travaux rapportent en effet une atteinte du champ visuel central 10°, fréquemment associée à une atteinte du complexe GCC temporal inférieur signifiant une altération précoce [12]. L'analyse des résultats doit toujours être confrontée avec les données de l'examen clinique, en particulier l'absence de toute pathologie maculaire associée, ainsi qu'avec les données de l'analyse des FNR et de l'atteinte fonctionnelle.

En aucun cas, une aggravation isolée décelée en OCT-SD ne doit justifier une modification de traitement qui passe par l'ensemble de l'évaluation clinique fonctionnelle et structurale.

On retiendra donc la sensibilité diagnostique de l'analyse des FNR en OCT-SD pour les atteintes périphériques débutantes et celle de l'analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire pour le dépistage des atteintes paracentrales initiales. Elle confirme la nécessité de l'association des acquisitions en OCT-SD de la TNO, des FNR péripapillaires et du complexe GCC [2].

Le suivi de l'évolution en OCT se recherche en analyse d'événements au niveau des cartes des épaisseurs, des cartes d'analyse statistique et des cartographies horaires des épaisseurs de FNR péripapillaires ainsi qu'en cartographie maculaire. La détection initiale doit se centrer dans la zone temporale inférieure de la région maculaire, avec la recherche de l'élargissement d'un déficit. Il n'a pas été défini, à ce jour, un seuil de progression significatif qui soit bien différencié de la progression liée à l'âge et qui tienne compte du coefficient de variabilité des mesures en OCT. La reproductibilité des mesures de l'épaisseur de la couche des FNR de 4 % et de celle du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire de 2 % doit être prise en compte pour toute interprétation. La pente d'évolution des épaisseurs du complexe cellulaire ganglionnaire, lorsqu'elle est statistiquement significative, semble montrer un intérêt dans la détection d'une progression en cas de glaucome au stade évolué, alors que la pente de progression de l'épaisseur des FNR ne présente plus d'intérêt. L'analyse de l'évolution en OCT ne remplace pas l'évaluation de l'atteinte fonctionnelle [2].

Nous retiendrons qu'une référence précise, pour bien quantifier les marqueurs de progression en OCT, fait encore défaut. La corrélation d'une progression clinique, structurale en OCT et fonctionnelle au champ visuel, qui doit toujours être confirmée, reste à ce jour la règle essentielle dans le suivi des patients glaucomateux.

## Bibliographie

- SELLEM E. Biomicroscopie et rétinophotographies. In : Le Glaucome Primitif à Angle Ouvert. J.-P. Renard, E. Sellem. Éd. Elsevier 2014 ; 747 pages.
- RENARD JP, MAGAZZENI S, FÉNOILLAND JR *et al.* Tomographie par Cohérence Optique (OCT). In : Le Glaucome Primitif à Angle Ouvert. J.-P. Renard, E. Sellem. Éd. Elsevier 2014 ; 747 pages.
- JANSONIUS HM, HEVALAINEN J, SELIG B *et al.* A mathematical description of nerve fiber bundle trajectories and their variability in the human retina. *Vis Res*, 2009;49:2157-2163.
- KIM NR, LIM H, KIM JH. Factors associated with false positives RNFL color codes from SD-OCT. *Ophthalmology*, 2011;118:1774-1781.
- IVERSON SM, FEUER W, SHI W *et al.* Frequency of abnormal RNFL and GCL SDOCT scans in healthy eyes and GS in a prospective longitudinal study. *Br J Ophthalmol*, 2014; 98:920-925.
- ZHANG X, IVERSON SM, TAN O *et al.* Effect of Signal Intensity on Measurement of Ganglion Cell Complex and Retinal Nerve Fiber Layer Scans in Fourier-Domain Optical Coherence Tomography. *Transl Vis Sci Technol*, 2015;4:7. eCollection 2015.
- BERTHOLD AJ, HOANG AM, JUST A *et al.* Relevant Parameters of Optic Nerve Analysis from Spectral Domain OCT for Glaucoma Diagnostics. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2015;232:1086-1091.
- EL CHEHAB H, DELBARRE M, MARÉCHAL M *et al.* Une nouvelle analyse de l'anneau neuro-rétinien en tomographie par cohérence optique en domaine spectral. Spectralis (Heidelberg Engineering Germany). Étude préliminaire. *J Fr Ophthalmol*, 2015;38:46-52.
- EL CHEHAB H, DOT C, RENARD JP. Analyse des fibres nerveuses rétinienne péripapillaires ajustée selon l'angle papillo-maculaire en tomographie par cohérence optique en domaine spectral. Étude préliminaire. *J Fr Ophthalmol*, 2016; doi 10.1016. [Epub ahead of print]
- SHIN HY, PARK HY, JUNG Y *et al.* Glaucoma diagnostic accuracy of optical coherence tomography parameters in early glaucoma with different types of optic disc damage. *Ophthalmology*, 2014;121:1990-1997.
- RENARD JP, FÉNOILLAND JR, EL CHEHAB H *et al.* Analyse du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire (GCC) en tomographie par cohérence optique (SD-OCT) dans le glaucome. *J Fr Ophthalmol*, 2013;36:299-309.
- HANGAI M, IKEDA HO, AKAGI T *et al.* Paracentral scotoma in glaucoma detected by 10-2 but not by 24-2 perimetry. *Jpn J Ophthalmol*, 2014;58:188-196.

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

Le site

[www.realites-ophtalmologiques.com](http://www.realites-ophtalmologiques.com)

Une complémentarité  
indispensable à la Revue

Lancement :  
Décembre 2013

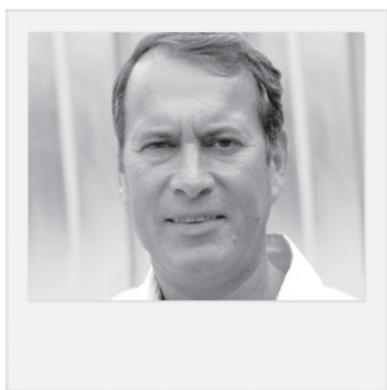


- Inscription des médecins aux flux correspondant à leurs thèmes d'intérêt.
- Système de *push* permettant à l'internaute d'être averti dès la publication d'un article correspondant à un de ses thèmes d'intérêt.
- Mais le site de *Réalités Ophtalmologiques*, c'est aussi :
  - des suppléments vidéos ;
  - des flashcodes : une simple photographie du flashcode en utilisant un logiciel dédié conduit directement à la vidéo publiée ;
  - des passerelles : une sélection d'articles publiés dans les autres revues de notre groupe et qui peuvent intéresser les ophtalmologistes.

## MISES AU POINT INTERACTIVES

### Glaucome

# Quand initier un traitement dans l'hypertension oculaire et le glaucome ?



→ É. SELLEM  
Centre ophtalmologique Kléber, LYON.

L'instauration d'un traitement antiglaucomeux dans le glaucome avéré, mais plus encore quand il est à son stade pré-périmétrique – particulièrement en cas d'hypertension intraoculaire isolée (HTO) – est une décision lourde à prendre pour le praticien. Il fait entrer son patient dans la maladie, lui impose des contraintes d'instillation, éventuellement les effets latéraux des collyres, et l'oblige à des contrôles réguliers. Le traitement de première intention est conventionnellement médical. La place de la trabéculoplastie au laser a été réévaluée ces dernières années : elle n'est plus obligatoirement une alternative à la chirurgie ou un complément au traitement médical. Enfin, certaines formes évoluées de glaucome nouvellement diagnostiqué peuvent imposer une décision chirurgicale très rapide, voire immédiate.

### Initier un traitement dans l'hypertension intraoculaire

L'Ocular hypertension treatment study (OHTS), grande étude prospective américaine débutée en 1994, a largement et définitivement démontré qu'abaisser la pression intraoculaire (PIO) chez des patients non glaucomateux avec une PIO  $\geq 24$  mmHg divisait globalement par deux le risque de conversion vers le glaucome : à 5 ans, 4,4 % de patients traités devenaient glaucomateux contre 10,9 % de patients non traités.

Cette étude a été poursuivie et, après 7,5 années, tous les patients ont été traités : à 13 ans, 16 % des patients initialement traités ont développé un glaucome contre 22 % des patients qui n'ont pas été traités dès le départ. Les courbes ne se sont pas rejointes, indiquant qu'un traitement précoce de l'HTO augmentait sur le long terme les chances de ne pas se convertir.

Cette étude comportait l'évaluation des facteurs de risque de conversion, et ceux retenus ont été la PIO, l'âge, l'épaisseur de la cornée centrale, le rapport c/d vertical et la *Pattern standard deviation* (PSD) fournie par l'appareil de Humphrey.

Couplés avec les résultats d'une autre étude européenne (*European Glaucoma Prevention Study*), ces facteurs de risque ont permis d'établir une sorte de calculatrice indiquant le risque de conversion à 5 ans en pourcentage. Elle peut être télé-

chargée, par exemple, sur le site <http://oil.wilmer.jhu.edu/threshold> pour l'ordinateur ou EHB (*Eye Handbook*) pour le téléphone portable (fig. 1).

Cette méthode d'évaluation peut être largement critiquée, ne serait-ce qu'à cause de la non-prise en compte de la dimension de la papille en regard de la valeur du rapport c/d. Surtout elle ignore de nombreux autres facteurs de risque bien identifiés : les antécédents familiaux, la race (les Mélanodermes sont plus à risque que les Caucasiens), les facteurs proprement oculaires (myopie forte, pseudoexfoliation capsulaire, dispersion pigmentaire), les facteurs

**Risque de calcul du glaucome**

**Basé sur le calcul du risque du glaucome**

Âge (années):  
**65 à < 75**

Pression intraoculaire moyenne (mmHg): <b>24 à &lt; 26</b>	Épaisseur cornéenne centrale moyenne ( $\mu$ ): <b>526-550</b>
Rapport cup/disc vertical par contour moyen: <b>0,3 à &lt; 0,4</b>	Déviation standard individuelle de Humphrey (dB): <b>&lt; 1,8</b>

**Calculer**

**Estimation du risque de développer un GPAO à 5 ans**

**15 %**

FIG. 1: Exemple de calcul du risque de conversion avec l'application EHB.

vasculaires (hypotension artérielle diastolique, vasospasme...) ou environnementaux (exposition aux pesticides). En ce qui concerne l'ECC, il n'a pu être clairement démontré jusqu'à présent que la minceur cornéenne était un réel facteur indépendant de risque de glaucome... ou simplement une source de confusion dans l'évaluation de la PIO, puisque celle-ci est en réalité plus forte.

Il n'en demeure pas moins que la PIO est un facteur de risque d'autant plus important qu'elle est forte, et qu'au moment de l'éventuelle décision thérapeutique, le praticien doit en tenir compte en premier lieu après avoir mesuré l'ECC. Il doit intégrer dans sa réflexion tous les facteurs de risque et considérer le patient lui-même (espérance de vie, compréhension du risque, disponibilités...). Une pression cible doit être déterminée, et un traitement médical doit toujours être proposé en première intention. Sauf contre-indication, le choix se porte sur un analogue des prostaglandines ou un bêtabloquant. En cas d'intolérance ou d'efficacité insuffisante, une autre famille thérapeutique est proposée (*switch*), ou une deuxième molécule est additionnée à la première, au mieux dans une combinaison fixe. Il serait excessif de réaliser

d'emblée une trabéculoplastie, dont on sait qu'elle ne peut habituellement avoir qu'une efficacité limitée dans le temps. Il faut également éviter de "tirer inutilement des cartouches" pour prévenir une affection qui, statistiquement, a un faible risque de survenue.

### Initier un traitement dans le glaucome avéré

Lorsque le glaucome est avéré, *a fortiori* lorsque le champ visuel est altéré, l'instauration d'un traitement hypotenseur ne se discute naturellement pas. Le schéma classique de l'escalade thérapeutique peut être respecté : d'abord le traitement médical avec une seule molécule, puis plusieurs lorsque la pression cible n'est pas atteinte, ensuite la trabéculoplastie et enfin la chirurgie filtrante.

Plusieurs sociétés d'Ophthalmologie dont l'*European Glaucoma Society* (fig. 2) admettent, à l'heure actuelle, qu'une combinaison médicamenteuse prescrite d'emblée peut être justifiée. Elle le sera d'autant plus que la PIO de départ est élevée, le sujet jeune et le glaucome évolué. Par ailleurs, les combinaisons fixes, outre la diminution des

contraintes d'instillation, ont l'avantage d'être habituellement mieux tolérées lorsqu'elles contiennent un bêtabloquant que la prescription séparée d'un analogue des prostaglandines, d'un alphasimétrique ou d'un inhibiteur de l'anhydrase carbonique.

De nombreux travaux ont indiqué que la trabéculoplastie, qu'elle soit sélective ou à Argon, présentait la même efficacité tonométrique qu'une molécule antiglaucomeuse. Chez certains patients sélectionnés, ceux qui ont des problèmes de surface oculaire ou qui paraissent peu compliants, ou qui doivent subir une phaco-extraction à moyen terme (et chez qui une intervention filtrante pourrait y être associée), il peut ainsi être légitime de proposer en première intention la réalisation d'une trabéculoplastie. Le patient doit toutefois être prévenu qu'il ne s'agit pas d'un traitement définitif, que sa durée d'efficacité est normalement limitée dans le temps, et que la surveillance du glaucome doit être la même que s'il avait été traité médicalement. Enfin, dans des cas exceptionnels, il faut savoir proposer une chirurgie filtrante sinon d'emblée, tout au moins à très court terme : diagnostic très tardif avec un champ visuel agonique et une

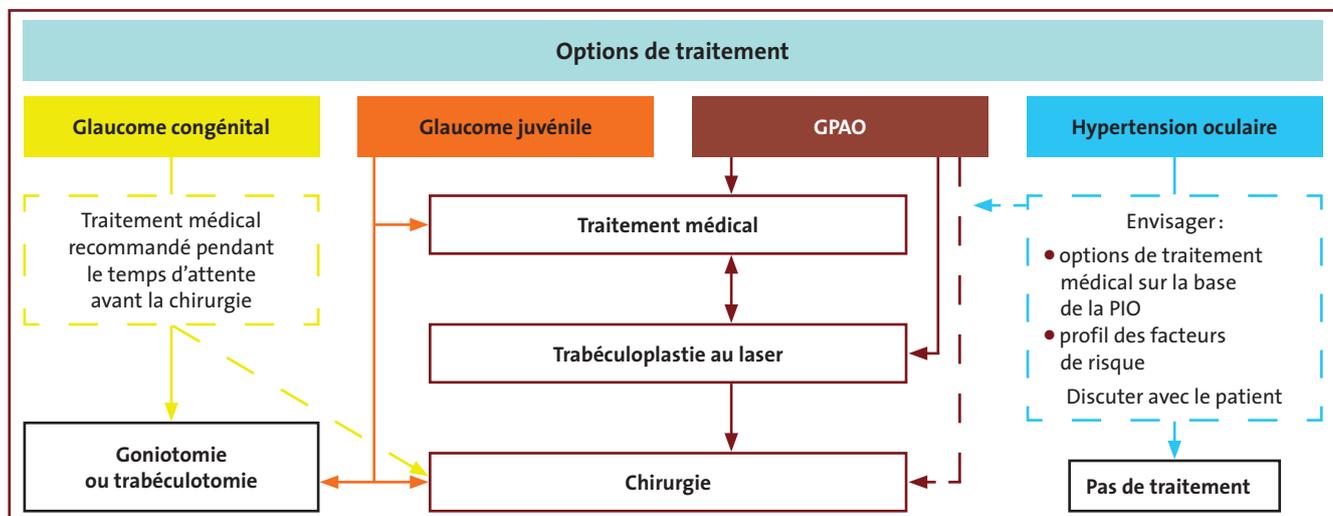


Fig. 2 : Options thérapeutiques des *guidelines* de l'EGS, 4<sup>e</sup> édition (2014).

## MISES AU POINT INTERACTIVES

# Glaucome

excavation totale, de surcroît si le sujet est jeune, comme cela s'observe dans certains glaucomes pigmentaires ou juvéniles.

La présence d'une cataracte associée doit évidemment faire poser la question d'une chirurgie combinée. Si cette cataracte en est au stade chirurgical, cette indication est légitime. En revanche, si le cristallin est encore relativement transparent, il est préférable de n'opérer que le glaucome (car une chirurgie filtrante isolée est globalement plus efficace que combinée à la chirurgie de la cataracte), sachant qu'une chirurgie non perforante est moins cataractogène qu'une trabéculéctomie.

### Le cas du glaucome préperimétrique

Il n'est pas absurde d'envisager de ne pas traiter immédiatement un glau-

come qui n'a encore aucune répercussion fonctionnelle. En effet, le glaucome primitif à angle ouvert est en général une maladie lentement progressive, plus encore lorsque la PIO est normale, et ne débute jamais par une baisse de la vision centrale. Par ailleurs, le traitement est une contrainte, a des effets latéraux et un coût.

La qualité de vie doit être une préoccupation du prescripteur: il n'y a pas d'altération de celle-ci dans le glaucome préperimétrique et donc aucune preuve à ce stade de son amélioration par le traitement! *"Il faut savoir préserver un capital d'efficacité, d'observance, de tolérance et de persistance pour préserver le capital fonctionnel"* (J.-P. Renard), sans écarter naturellement la possibilité d'instaurer ultérieurement un traitement et en informant très clairement le patient qui vient d'être diagnostiqué. Cependant, il convient de s'assurer que celui-ci n'est pas un "progresseur rapide", et les

bonnes pratiques nous enseignent que la réalisation de six champs visuels les 2 premières années devra permettre de le vérifier. En revanche, la présence de facteurs de risque et/ou d'une PIO élevée doivent précipiter l'instauration d'un traitement, avec le même schéma thérapeutique que celui concernant le glaucome avec altération du champ visuel.

### Pour en savoir plus

- European Glaucoma Society: Terminology and Guidelines for Glaucoma – 4th Edition. Publicomm ed. 2014, Savona, Italy.
- RENARD JP, MARILL AF. Prise en charge adaptée. In : RENARD JP, SELLEM E : Le glaucome primitif à angle ouvert. Rapport de la SFO 2014, Elsevier éd. (Paris), 663-669.
- SELLEM E, LAPLACE O. Étapes du traitement. In : Renard JP, Sellem E : Le glaucome primitif à angle ouvert. Rapport de la SFO 2014, Elsevier éd. (Paris), 647-662.

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

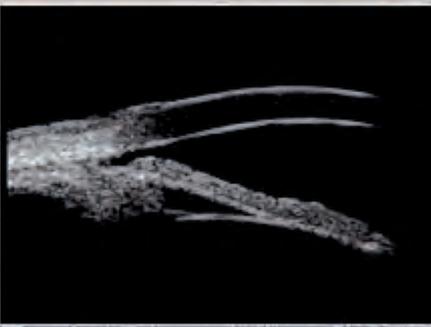
ECHOGRAPHES  
**A/B UBM**



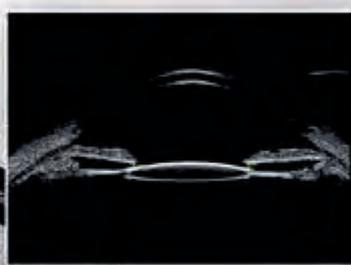
En Voir Toujours Plus



**Aviso**



UBM disponible sur



**Compact Touch**





Siège social: Tél: +33 (0)4 73 745 745    [info@quantel-medical.fr](mailto:info@quantel-medical.fr)

Les échographes AVISO et COMPACT TOUCH STS UBM, destinés à des applications ophtalmologiques, sont des dispositifs médicaux de classe IIa fabriqués par QUANTEL MEDICAL et dont l'évaluation de conformité a été réalisée par l'organisme certifié LNE/G-MED « CE 0450 ». Ils sont destinés aux professionnels de santé dans le cadre du diagnostic de certaines affections oculaires. Pour le bon usage de ce produit, il est recommandé de suivre les indications et contre-indications détaillées dans la notice d'utilisation du produit.

SE\_AV\_STSUBM\_PUB\_FR\_MAR2016\_02

# QUESTIONS FLASH

## Glaucome

### Quand demander une UBM du segment antérieur dans le glaucome ? Intérêts, limites

M. STREHO

Centre Explore Vision, PARIS.  
Centre d'Exploration de la Vision,  
RUEIL-MALMAISON.  
Hôpital Lariboisière, PARIS.

**L'**UBM ou échographie de (très) haute fréquence est un examen complémentaire utile pour le bilan initial, de suivi ou avant/après un geste thérapeutique dans le domaine du glaucome. L'UBM, comme tout examen complémentaire, n'a pas pour vocation de remplacer l'examen clinique mais d'apporter une nouvelle dimension à l'examen (imagerie en coupe) pour dépister précocement ou confirmer une suspicion clinique. Il s'agit d'un appareil basé sur le principe des ultrasons, à focale courte et à haute voire très haute fréquence (35-50 MHz). L'examen est réalisé en pseudo-immersion (sans contact) en condition photopique ou scotopique stricte.

Les intérêts sont nombreux. L'UBM permet un examen quel que soit le trouble des milieux transparents. En effet, les ultrasons permettent un examen précis même en présence d'une opacité cornéenne ou autre totale. L'analyse du segment antérieur, notamment de l'angle iridocornéen, est bien corrélée à l'examen clinique et permet une approche quantitative très utile pour les cas limites ou pour le suivi. Parmi les nombreux biomarqueurs, le facteur cristallinien permet de déterminer la composante liée au cristallin en cas de fermeture de l'angle iridocornéen.



FIG. 1: Coupe d'UBM de l'angle iridocornéen montrant une fermeture de l'angle par mécanisme d'iris plateau.

	Avantages	Inconvénients
<b>Gonioscopie</b> (Trantas 1800)	<b>Technique de référence</b> Gonio-dynamique → ouvrable Analyse morphologique (pig, néox...) Classification standardisée (Shaffer)	Contact → indentation Semi-scotopique Courbe d'apprentissage Variabilité interobservateur Semi-quantitatif
<b>UBM</b> (Pavlin 1990)	Fiable, reproductible <b>Non contact, scotopique stricte</b> Quantitative Visibilité de la chambre postérieure (corps ciliaire)	Pseudo-immersion Décubitus dorsal Courbe d'apprentissage
<b>OCT-SA</b> (Izatt 1994)	<b>Non contact</b> Position assise Meilleure définition Délégable	Technique optique (distorsion de l'image) Semi-scotopique Faible pénétration tissulaire

TABLEAU 1: Ce tableau présente les avantages et inconvénients des différentes techniques d'examen de l'angle iridocornéen.

L'UBM est le seul examen permettant une visualisation directe des processus ciliaires ainsi que la totalité de la chambre postérieure. C'est ainsi qu'une anatomie ou mécanisme d'iris plateau peut être affirmée en cas de fermeture de l'angle (**fig. 1**). L'UBM est un examen dynamique permettant de visualiser les différentes structures en condition photopique mais également en condition scotopique. Cet examen permettra également de rechercher une prédisposition à la dispersion pigmentaire, notamment en cas d'inversion de la courbure irienne. Finalement, l'UBM sera un outil utile en cas de surveillance après geste thérapeutique par laser ou chirurgie, pour juger de l'effica-

cité avant d'envisager un geste supplémentaire.

Les limites sont peu nombreuses. Elles sont liées au côté "opérateur-dépendant". Il est impératif de resituer l'examen dans un contexte clinique et de garder un esprit critique quant aux résultats.

Le **tableau 1** résume les principaux avantages et inconvénients des différentes techniques d'exploration de l'angle iridocornéen.

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

## QUESTIONS FLASH

### Glaucome

## Quand demander un OCT du segment antérieur dans le glaucome ?

A. LABBÉ<sup>1, 2</sup>, C. BAUDOUIN<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Service d'Ophtalmologie, Centre hospitalier national d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts, PARIS.

<sup>2</sup> Service d'Ophtalmologie, Hôpital Ambroise-Paré, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, BOULOGNE-BILLANCOURT.

**L'**analyse du segment antérieur et de l'angle iridocornéen (AIC) est un temps indispensable dans le bilan des glaucomes. L'imagerie du segment antérieur par UBM puis, plus récemment, avec l'OCT du segment antérieur (OCT-SA) ont contribué à une meilleure connaissance des mécanismes de fermeture de l'AIC et au dépistage des angles à risque, mais aussi à la compréhension anatomique de certains glaucomes à angle ouvert.

Par rapport à l'UBM, l'imagerie en OCT-SA offre une excellente résolution, et présente l'avantage d'être sans contact avec l'œil du patient. Cependant, l'utilisation d'un faisceau infrarouge en OCT-SA rend l'analyse des structures situées en arrière de l'iris très difficile, avec une visualisation limitée des procès ciliaires. La réalisation pratique d'un examen en OCT-SA est néanmoins plus simple qu'en UBM, car il s'agit d'un examen non contact sur un patient assis.

Le rôle principal des systèmes d'imagerie du segment antérieur est d'offrir des informations complémentaires à l'examen clinique, en permettant des mesures objectives et quantitatives des structures de la chambre antérieure et de l'AIC. Des paramètres biométriques ont ainsi été développés en OCT-SA

afin d'améliorer la reproductibilité des mesures mais aussi leur significativité clinique. L'OCT-SA, malgré ses limites pour la visualisation des structures situées en arrière de l'iris, peut permettre d'identifier certains mécanismes à l'origine de la fermeture de l'AIC. Après chirurgie filtrante, l'OCT-SA donne des images de la morphologie interne des bulles de filtration et améliore la compréhension des mécanismes de filtration ou de leurs échecs.

Les différents appareils d'OCT-SA sont également capables de mesurer de manière simple l'épaisseur de la cornée centrale, qui demeure un paramètre important de l'évaluation d'un patient présentant un glaucome ou une HTO. Enfin, au-delà de l'intérêt diagnostique direct de cette technique d'imagerie, l'obtention rapide d'une documentation simple des structures oculaires représente une aide incontestable pour l'information des patients mais aussi pour la compréhension de leur maladie, ou simplement de leur facteur prédisposant.

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

## La trabéculorétraction au laser : laquelle, quand ? Résultats, limites

H. BRESSON-DUMONT

Département Glaucome, Clinique Sourdille, NANTES.

**L**a trabéculorétraction au laser (TRL) a été développée pour la première fois dans les années 70. La TRL Argon a connu ses heures de gloire grâce à Wise, à partir de 1979 jusqu'à l'apparition des nouvelles

molécules hypotonisantes. Mais des méthodes plus sélectives ont été ensuite développées pour diminuer les lésions tissulaires induites, et la trabéculoplastie sélective (SLT) est devenue incontournable depuis les années 2001 (suite aux travaux de Latina).

Ces traitements lasers à visée hypotonisante agissent en modifiant le trabéculum afin de faciliter l'écoulement de l'humeur aqueuse. Si la TRLA (laser Argon bleu-vert 488 à 514 nm, mode continu) agit principalement grâce à un effet thermique mécanique, le SLT (laser Nd:YAG 532 nm, mode disruptif Q-Switch à fréquence doublée) a une action plutôt cellulaire, sélective et biochimique.

La réalisation est simple et rapide, plus aisée encore pour le SLT où la plupart des paramètres sont présélectionnés et la focalisation avec un *spot* large est moins difficile sur le trabéculum. Les complications sont identiques avec les deux techniques, principalement les poussées hypertoniques temporaires et les réactions inflammatoires qu'il faut prévenir par un traitement systématique post-laser. Ces complications sont plus fréquentes lorsque le trabéculum est pigmenté ou en cas de surdosage.

Toutes les études ont montré une efficacité similaire pour les deux techniques, une réduction pressionnelle de 20 à 30 % environ, identique à un traitement médical par prostaglandine. Il existe malheureusement un épuisement progressif de l'effet de 10 % par an dans le temps, mais un retraitement est possible avec le SLT.

Les meilleures indications sont le glaucome pigmentaire, la pseudoexfoliation capsulaire (PEC) et le glaucome chronique à angle ouvert (GCAO) de plus de 55 ans. Il est nécessaire que le trabéculum soit encore fonctionnel, que l'angle soit ouvert, sans synéchies. Les glaucomes secondaires ne sont pas de

bonnes indications. La TRL est à proposer lorsque la pression intraoculaire (PIO) cible n'est pas atteinte, ou que le glaucome évolue de façon modérée, afin d'obtenir une baisse pressionnelle supplémentaire sans augmenter le traitement. Cela peut aussi être une solution en cas de problèmes liés au traitement, d'observance douteuse, d'intolérance aux collyres ou chez la femme enceinte. Le risque de l'indication en première intention est principalement les perdus de vue en raison de l'efficacité temporaire de la technique. Chez le jeune ou en cas de glaucome évolutif, la baisse pressionnelle attendue – qui reste limitée et temporaire – ne pourra en aucun cas être une réponse suffisante et durable à la maladie.

En conclusion, la trabéculoplastie au laser est un traitement physique efficace du glaucome, dont l'efficacité est similaire à une monothérapie, avec peu d'effet secondaire, qui a sa place dans notre arsenal thérapeutique.

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

## La phacoexérèse dans le glaucome aigu par fermeture primitive de l'angle

J. LALOUM

Cabinet d'Ophthalmologie, PARIS.

**A**u décours de la crise et non comme traitement de la crise, la phacoexérèse (PKE) est une alternative à l'iridotomie (IP) qu'il faut savoir envisager.

Le rôle du cristallin dans la fermeture aiguë est en effet au premier plan : le

paramètre utile est la flèche cristallinienne qui mesure la position de la cristalloïde antérieure par rapport à la ligne des éperons. En cas de flèche supérieure à 1 000  $\mu$ , une fermeture partielle importante persiste, et les synéchies s'étendent malgré la réalisation de l'IP.

L'IP prévient le renouvellement de la crise aiguë, mais pas l'évolution de la fermeture. De façon générale d'ailleurs, la persistance d'une apposition iridotrabéculaire après IP, fréquente en Asie, est probablement sous-estimée en France.

L'efficacité pressionnelle de la PKE dans les fermetures de l'angle est maintenant bien démontrée. Elle est liée à la désobstruction trabéculaire avec l'élargissement de l'angle et la levée partielle des synéchies. Elle est donc, logiquement, d'autant plus importante que ces synéchies sont extensives.

Cette levée des synéchies provoque l'hyperpression dans la chambre antérieure pendant la PKE. Elle dépend probablement de l'ancienneté des synéchies. Un retentissement pressionnel de la PKE par action directe sur la perméabilité trabéculaire a par ailleurs été proposé.

La comparaison de la PKE vs l'IP, au décours d'une crise aiguë de fermeture de l'angle, a fait l'objet de deux études prospectives. Dans celle de Lam *et al.* (2008), la PKE montre un meilleur résultat pressionnel à 18 mois, et moins de goniosynéchies. Celle de Husain *et al.* (2012) retrouve pour la PKE un avantage pressionnel comparable, et elle a surtout établi que la PKE n'entraînait pas à distance de dommage significativement supérieur pour l'endothélium cornéen par rapport à l'IP.

En pratique, la réalisation de la PKE au décours de la crise aiguë impose des précautions particulières :

>>> Chronologie : plutôt 1 mois après la crise pour être à distance de l'inflammation, et agir avant l'extension éventuelle des synéchies

>>> Iris : tunnelisation suffisante pour éviter l'incarcération dans la berge d'un iris atrophique, et utilisation éventuelle de mécanisme de dilatation irienne

>>> Protection de l'endothélium : utilisation extensive de visqueux dispersif, et premier sillon large et profond.

>>> Essai systématique de goniosynéchiolyse par injection de visqueux dispersif dans l'angle en début d'intervention.

En particulier, en cas de crise aiguë non jugulée rendant impossible la réalisation de l'IP, la PKE en urgence est une option qui semble efficace dans une étude récente. La combiner dans ce contexte semble à peine plus efficace sur le plan pressionnel, avec des risques nettement supérieurs. Dans cette indication de crise non jugulée, d'autres méthodes existent : ponction de la chambre antérieure, gonioplastie.

L'étude prospective randomisée EAGLE, qui compare dans les fermetures de l'angle en l'absence de cataracte, PKE vs IP, inclut les crises aiguës. Elle permettra de préciser l'indication de la PKE sur cristallin clair comme traitement de la crise aiguë.

Au total, la flèche cristallinienne est au premier plan lors des crises aiguës : l'IP diminue mais ne supprime pas l'évolution de la fermeture sur ces yeux. L'étendue des synéchies antérieures est un argument en faveur de la PKE seule vs la combinée. Lors de la PKE, il faut ouvrir l'angle, protéger l'endothélium et se méfier de l'iris.

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

## QUESTIONS FLASH

### Glaucome

## Quelle gestion de la PIO après IVT ?

H. EL CHEHAB

HIA Desgenettes, Service d'Ophthalmologie, LYON.

**D**epuis l'autorisation de mise sur le marché (AMM) du premier anti-VEGF dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) exsudative en 2006, le nombre de molécules anti-VEGF injectables a augmenté dans le cadre d'autres AMM ou dans le cadre de recommandation temporaire d'utilisation (RTU). Les corticoïdes ont également l'AMM dans certaines indications, avec l'implant à libération prolongée de dexaméthasone. Enfin, dans les prochaines années, d'autres classes thérapeutiques seront mises sur le marché notamment dans la DMLA, augmentant également le nombre de procédures d'injection intravitréenne (IVT) dans notre pays.

Actuellement, chaque patient bénéficie de plusieurs IVT. Chaque IVT aura une répercussion immédiate sur la pression intraoculaire (PIO), et l'accumulation des IVT aura également une incidence sur la PIO à plus long terme.

Le but de cet article est de présenter les différentes répercussions pressionnelles (immédiate et à long terme) ainsi que leur prise en charge pour les deux classes thérapeutiques actuellement commercialisées en France: les anti-VEGF et l'implant de dexaméthasone à libération prolongée.

### Les anti-VEGF

#### 1. Répercussion pressionnelle immédiate

L'injection du volume de 0,05 mL des anti-VEGF dans l'œil, qui est un espace

clos, induit systématiquement une augmentation pressionnelle immédiate. Des études ont retrouvé que ce pic pressionnel était de l'ordre de 45 mmHg pour une injection réalisée avec une aiguille de 30 Gauges. Il s'agit d'un pic pressionnel de courte durée, car la PIO se normalise entre 15 et 45 minutes après l'IVT [1-3]. Les facteurs influençant ce pic pressionnel sont nombreux.

Le volume d'injection semble être le facteur le plus important dans ce pic pressionnel. Des études précédemment réalisées avec les IVT de triamcinolone ont retrouvé des pics pressionnels plus importants. Les volumes injectés étaient le double, 0,1 mL, ce qui induisait des pics pressionnels de  $57,9 \pm 11,4$  mmHg en moyenne [7].

Les patients glaucomateux présentent un pic pressionnel plus important en amplitude (jusqu'à 50 mmHg en moyenne) ainsi qu'en durée. Le retour à la normale de leur PIO étant plus lent et pouvant mettre plus de 45 minutes avant de se normaliser [4].

La taille de l'aiguille est à prendre en compte. En effet, plus le calibre de l'aiguille d'injection est fin, plus le pic pressionnel est important. Ainsi, Pang *et al.* retrouvent que, lors de la réalisation de l'IVT avec une aiguille de 32 G, plus de 40 % des patients présentent une PIO supérieure à 50 mmHg juste après l'IVT, tandis que moins de 10 % des patients ayant bénéficié d'une IVT avec une aiguille de 30 G présentaient une PIO supérieure à 30 mmHg [5]. Cette différence est à mettre en rapport avec la plus grande proportion de reflux à l'ablation de l'aiguille en fin d'IVT. Certaines aiguilles développées pour diminuer les lésions tissulaires lors des IVT présentent un diamètre encore plus fin (120  $\mu$ m vs 250  $\mu$ m pour une aiguille de 31 G), et s'accompagnent de pics pressionnels plus élevés [6].

Les patients présentant un volume oculaire plus faible avec une longueur axiale plus faible ont également un pic pressionnel plus important [7]. Enfin, l'âge par l'intermédiaire de l'épaisseur sclérale ainsi que sa rigidité serait un facteur prédictif de pic pressionnel plus important [4].

Afin de prévenir une telle évolution pressionnelle immédiate, différentes thérapies médicamenteuses et procédures ont été proposées. Les procédés mécaniques ont été décrits afin de limiter ce pic pressionnel au moment de l'IVT.

L'indentation au point d'injection par un Coton-Tige imbibé de lidocaïne 4 %, pendant le temps de la préparation de l'IVT, a pour effet de diminuer significativement la PIO après IVT ( $46,8 \pm 10$  mmHg en l'absence d'indentation vs  $41,2 \pm 9,9$  mmHg;  $p < 0,001$ ). De même, cela permet de diminuer significativement la proportion de patients présentant une PIO supérieure à 50 mmHg après IVT (35 % vs 10 % ;  $p < 0,001$ ) [8].

L'apparition d'un reflux au retrait de l'aiguille se retrouve dans 20 % des cas. Ce reflux permet de diminuer significativement la variation pressionnelle après IVT, cette variation diminue entre 60 et 75 % en présence de reflux [9]. La technique d'injection ainsi que la taille de l'aiguille utilisée influent directement sur la proportion de reflux post-IVT. Les ophtalmologistes réalisant une IVT avec tunnelisation ont moins de reflux que ceux qui réalisent une IVT directe, la PIO sera plus élevée [10]. Comme décrit précédemment, plus la taille de l'aiguille est fine, moins le reflux est objectif.

La ponction de la chambre antérieure a également été proposée par certaines équipes, elle permet une résolution immédiate du pic pressionnel, mais nécessite d'être réalisée sous microscope [11]. Ce frein rend cette procé-

de plus difficilement réalisable en pratique courante.

La diminution du pic pressionnel peut être réalisée par un traitement local. Par analogie avec la prévention du pic hypertensif après une capsulotomie au laser Nd:YAG, nous avons évalué l'apraclonidine 1 % pour diminuer ce pic pressionnel. En administrant ce traitement 2 heures avant et juste après l'IVT, nous avons retrouvé une diminution significative de ce pic pressionnel aussi bien en amplitude qu'en durée ( $46,4 \pm 10$  mmHg vs  $37,3 \pm 10$  mmHg;  $p < 0,001$ ). Chez les patients bénéficiant d'une prévention par l'apraclonidine 1 %, la PIO est normalisée dès la 15<sup>e</sup> minute ( $18,3 \pm 7,5$  mmHg).

## 2. Répercussion pressionnelle chronique

De récentes données de la littérature ont montré que l'accumulation des IVT d'anti-VEGF chez un patient pouvait induire une hypertonie intraoculaire persistante. Son incidence varie entre 3,1 % et 13 % selon la définition donnée à cette hypertonie persistante. Certains articles retiennent une PIO supérieure à 25 mmHg sur au moins deux visites consécutives; d'autres la définissent avec un seuil à 30 mmHg. Elle peut également être définie par une augmentation de 10 mmHg par rapport à la PIO initiale.

Les mécanismes de cette hypertonie ne sont pas complètement élucidés, et plusieurs hypothèses sont proposées. L'accumulation du nombre d'IVT avec les pics pressionnels associés pourrait entraîner une altération du trabéculum par des microtraumatismes à chaque IVT. Aux États-Unis, où le bevacizumab est préparé dans des pharmacies centrales, la présence de microgouttelettes de silicone dans le trabéculum, qui augmente la résistance d'écoulement de l'humeur aqueuse, a été décrite. La préparation dans une seringue en plas-

tique ainsi que la durée de stockage ont été incriminées. L'agrégation protéique entre les anticorps des anti-VEGF entraîne la formation de macro-protéines, pouvant avoir la même répercussion sur la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse. Enfin, des phénomènes inflammatoires trabéculaires sont suspectés. En effet, l'élaboration du ranibizumab *via* des cellules d'*Escherichia coli* pourrait induire une inflammation locale par son endotoxine.

Les facteurs de risques qui influencent ce risque d'hypertonie persistante peuvent être intrinsèques aux patients ou liés à l'injection elle-même. Le patient ayant un glaucome a un risque supérieur d'avoir un déséquilibre pressionnel (OR (*odds ratio*) = 8,44;  $p = 0,001$ ). Les patients traités pour une occlusion veineuse ont également plus de risques (OR = 3,4;  $p = 0,005$ ) [12]. Certaines études retiennent le risque de la pseudophaquie. Celle-ci permettrait une diffusion plus simple des molécules vers la chambre antérieure, facilitant l'augmentation de la résistance au niveau du trabéculum où elles peuvent s'accumuler [13].

La molécule injectée jouerait un rôle dans ce risque d'hypertonie oculaire persistante. Le risque serait plus élevé au décours d'IVT de bevacizumab que d'IVT de ranibizumab (9,9 % vs 3,1 %;  $p = 0,049$ ) [14]. Il a été rapporté que le "switch" du ranibizumab vers l'aflibercept permettrait, dans une série de patients, une diminution de 1,1 mmHg de la PIO [15]. Enfin, le nombre ainsi que la fréquence des IVT seraient également à prendre en compte dans le risque de développer une hypertonie persistante. Les études rapportent que l'apparition de cette hypertonie survient après 6 à 7 IVT d'anti-VEGF. Ainsi, plus le nombre d'IVT s'accroît, plus la PIO maximale après IVT augmente [13].

La prise en charge de cette hypertonie n'a pas de spécificité. Elle répond très

bien au traitement médical. L'utilisation du laser est possible et, enfin, de rares cas de chirurgies filtrantes ont été décrits. Une publication rapporte le cas d'une série de patients dont le changement du schéma thérapeutique (d'un schéma mensuel avec du ranibizumab à un schéma *Treat and Extend*) a permis de contrôler cette hypertonie sans traitement hypotonisant. Le passage de régime mensuel au régime *Treat and Extend* permet de diminuer le nombre d'IVT et d'augmenter l'intervalle entre les IVT [16].

## [ L'implant de dexaméthasone

### 1. Répercussion pressionnelle immédiate

L'implant de dexaméthasone est un implant mesurant 6 mm de long et 0,46 mm de diamètre. Il s'injecte par une aiguille de 22 G [17]. Cette IVT s'accompagne très régulièrement d'un reflux sous-conjonctival. Ce reflux occasionne une diminution de la PIO de 1,9 mmHg. Cette variation pressionnelle est temporaire car, dès le 7<sup>e</sup> jour, la PIO revient aux valeurs initiales [18].

### 2. Répercussion pressionnelle chronique

Quel que soit leur mode d'administration, les corticoïdes peuvent entraîner une hypertonie oculaire. Avec l'implant de dexaméthasone, son incidence est de 15,3 % (9,2 %-24,3 %). Elle apparaît en moyenne 60 jours après l'IVT, ce qui correspond à la fin du plateau d'activité biologique de l'implant. Dans 80 % des patients répondeurs aux corticoïdes, l'apparition de l'hypertonie se fait après la première ou la deuxième IVT. Seuls 20 % des patients sont des répondeurs tardifs, après la troisième IVT.

Les mécanismes de l'hypertonie cortico-induite passent par l'intermédiaire de modifications de régulation

# QUESTIONS FLASH

## Glaucome

d'expression génétique. Les corticoïdes induisent une régulation positive sur le gène de la myociline. Cette régulation entraîne une accumulation de la matrice extracellulaire trabéculaire secondaire à l'inhibition de l'activité des cellules trabéculaires, notamment de leur pouvoir phagocytaire. Il y a également une réorganisation du cytosquelette de ces cellules. Toutes ces modifications induisent une augmentation de la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse.

L'indication pour laquelle l'IVT est administrée modifie le risque d'être répondeur pressionnel aux corticoïdes. En effet, dans près de 3/4 des cas (74 %), les patients répondeurs aux corticoïdes sont traités pour un œdème maculaire inflammatoire (38 %), ou un œdème maculaire sur occlusion veineuse rétinienne (36 %).

Les patients glaucomateux qui sont sous bi- ou trithérapie hypotonisante sont fortement répondeurs pressionnels aux IVT d'implant de dexaméthasone. Les autres facteurs de risque retrouvés sont les patients de sexe masculin, de moins de 60 ans, les patients dont la longueur axiale de l'œil est supérieure à 25 mmHg et ceux dont la PIO avant l'introduction des IVT est supérieure à 15 mmHg.

La prise en charge de cette hypertonie induite n'a pas de spécificité. Le traitement médical est très souvent suffisant. Des séries retrouvent la nécessité d'une chirurgie dans 0,75 % des cas. La réalisation d'une vitrectomie pour retirer l'implant de dexaméthasone peut également être envisagée si la PIO ne peut pas être contrôlée par un traitement hypotonisant.

### Quelle gestion de la PIO après IVT? (fig. 1)

Au moment de la consultation où l'indication d'IVT est posée, il est nécessaire

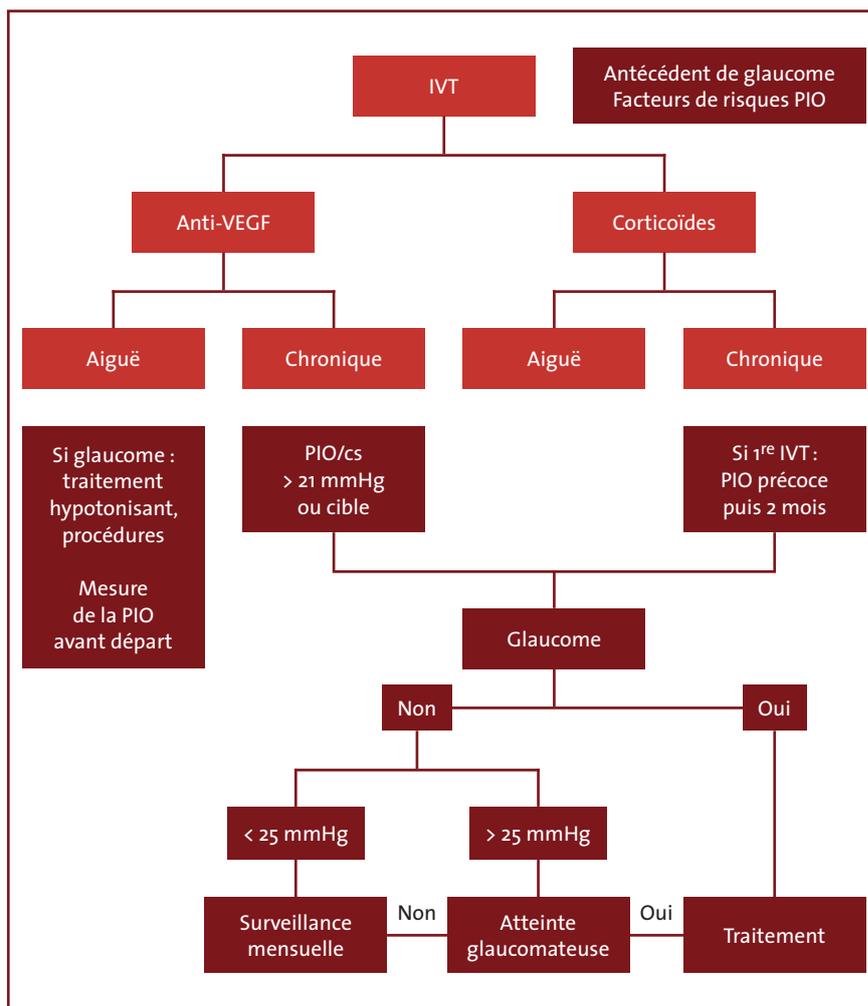


Fig. 1 : Schéma décisionnel de la gestion de la PIO après une IVT.

de relever les différents facteurs de risque de réponse pressionnelle aux différentes molécules injectées. Le statut glaucomateux est important à connaître, car il s'agit d'un facteur de risque commun à tous les pics pressionnels. La PIO doit être notée afin d'avoir une valeur de référence.

Lors d'une IVT d'anti-VEGF, la prévention du pic pressionnel reste débattu dans la littérature, mais il paraît légitime de l'envisager chez les patients glaucomateux. En effet, les variations pressionnelles chez ces patients sont un facteur de risque d'évolution de la neuropathie optique glaucomateuse.

La prévention peut être réalisée par des méthodes aussi bien mécaniques que chimiques. Il a été proposé de vérifier la normalisation de la PIO avant le départ du patient après son IVT.

La PIO doit être prise à chaque consultation de contrôle du patient. Si cette PIO s'élève au-dessus de 21 mmHg ou au-dessus de la PIO cible pour un patient glaucomateux, il faudra envisager la prise en charge en fonction de la présence ou non d'un glaucome. Si le patient n'est pas glaucomateux et que la PIO est inférieure à 25 mmHg, une surveillance mensuelle de la PIO peut suffire. Si la PIO est supérieure

à 25 mmHg, il faudra rechercher une atteinte glaucomateuse fonctionnelle ou structurale. Si une atteinte débutante est diagnostiquée ou si le patient est glaucomateux, il faudra mettre un traitement en route en suivant les recommandations proposées par l'*European Glaucoma Society*.

Il n'y a pas de gestion particulière de la PIO dans les suites immédiates d'une IVT d'un implant de corticoïde, car la variation pressionnelle est spontanément corrigée dans la semaine qui suit l'IVT.

La PIO doit être prise de façon précoce entre le 7<sup>e</sup> et le 15<sup>e</sup> jour post-IVT afin de vérifier que la PIO soit redevenue normale et qu'elle ne soit pas au-delà des normales. La PIO devra également être prise à 2 mois après l'IVT afin de dépister les 15 % de répondeurs aux corticoïdes. Il faudra ensuite prendre en compte les mêmes éléments qu'avec les anti-VEGF pour gérer la PIO.

## Conclusion

La multiplication des indications pour les anti-VEGF et les corticoïdes injectables ainsi que la diversification des classes de molécules injectables expliquent l'augmentation du nombre des injections intravitréennes.

Chaque IVT a une répercussion sur le PIO, et l'ensemble des IVT administrées chez un même patient peut également avoir des conséquences sur la PIO. Il est important de connaître les facteurs de risque et de savoir comment surveiller la PIO des patients afin de correctement gérer cette PIO après des IVT, notamment chez les patients glaucomateux

## Bibliographie

- MURRAY CD *et al.* Short-term intraocular pressure trends following intravitreal ranibizumab injections for neovascular age-related macular degeneration-the role of oral acetazolamide in protecting glaucoma patients. *Eye (Lond)*, 2014;28:1218-1222.
- FUEST M *et al.* Monitoring intraocular pressure changes after intravitreal Ranibizumab injection using rebound tonometry. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2014;34:438-444.
- EL CHEHAB H *et al.* Efficacy of prophylactic treatment of intraocular pressure spikes due to intravitreal injections. *J Fr Ophthalmol*, 2012;35:614-621.
- EL CHEHAB H *et al.* Effect of topical pressure-lowering medication on prevention of intraocular pressure spikes after intravitreal injection. *Eur J Ophthalmol*, 2013;23:277-283.
- PANG CE *et al.* Association between needle size, postinjection reflux, and intraocular pressure spikes after intravitreal injections. *Retina*, 2015;35:1401-1406.
- LEE CY *et al.* Tower microneedle minimizes vitreal reflux in intravitreal injection. *Biomed Microdevices*, 2013;15:841-848.
- KOTLIAR K *et al.* Effect of intravitreal injections and volume changes on intraocular pressure: clinical results and biomechanical model. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007;85:777-781.
- GREGORI NZ *et al.* Ocular decompression with cotton swabs lowers intraocular pressure elevation after intravitreal injection. *J Glaucoma*, 2014;23:508-512.
- CARNOTA-MÉNDEZ P *et al.* Effect of prophylactic medication and influence of vitreous reflux in pressure rise after intravitreal injections of anti-VEGF drugs. *Eur J Ophthalmol*, 2014;24:771-777.
- MEHTA MC *et al.* Angled transscleral intravitreal injection: a crossover study. *Eur J Ophthalmology*, 2015;25:173-176.
- ICHIYAMA Y *et al.* Anterior chamber paracentesis might prevent sustained intraocular pressure elevation after intravitreal injections of ranibizumab for age-related macular degeneration. *Ophthalmic Res*, 2014;52:234-238.
- BRESSLER SB *et al.* Repeated intravitreal ranibizumab injections for diabetic macular edema and the risk of sustained elevation of intraocular pressure or the need for ocular hypotensive treatment. *JAMA Ophthalmol*, 2015;133:589-597.
- AGARD E *et al.* Repeated intravitreal anti-vascular endothelial growth factor injections can induce iatrogenic ocular hypertension, especially in patients with open-angle glaucoma. *Can J Ophthalmol*, 2015;50:127-131.
- DEDANIA VS *et al.* Sustained elevation of intraocular pressure after intravitreal anti-VEGF agents: What Is the Evidence? *Retina Phila Pa*, 2015;35:841-858.
- RUSU IM *et al.* Intraocular pressure in patients with neovascular age-related macular degeneration switched to aflibercept injection after previous anti-vascular endothelial growth factor treatments. *Retina Phila Pa*, 2014;34:2161-2166.
- TSENG JJ *et al.* Sustained increased intraocular pressure related to intravitreal anti-vascular endothelial growth factor therapy for neovascular age-related macular degeneration. *J Glaucoma*, 2012;21:241-247.
- DARUIGH A *et al.* Sustained release steroids for the treatment of diabetic macular edema. *Curr Diab Rep*, 2015;15:99.
- CAILLAUX V *et al.* Intraocular pressure after intravitreal injection of dexamethasone implant for macular edema resulting from retinal vein occlusion. *Eur J Ophthalmol*, 2015;25:454-458.

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

## Quel traitement pour les glaucomes inflammatoires ?

J.-M. GIRAUD, J.-R. FÉNOILLAND, J.-P. RENARD

Hôpital d'Instruction des Armées du Val-de-Grâce, PARIS.

**U**n glaucome complique 8 à 20 % des uvéites ; cette fréquence est encore plus élevée dans les formes chroniques. Chez l'enfant (en particulier dans les uvéites des arthrites chroniques juvéniles), chez le jeune adulte et après 60 ans, l'hypertonie est fréquente. Une part notable des glaucomes uvéitiques sont induits par la corticothérapie.

On distingue des glaucomes à angle ouvert causés par des modifications trabéculaires (encombrement par des produits de l'inflammation, membranes hyalines ou néovasculaires), par une trabéculite (en particulier herpétique) et des glaucomes cortico-induits, en particulier par la dexaméthasone (moins par fluorométholone) et dans près de 45 % des cas en cas de pose d'implant intravitréen corticoïde.

Enfin, plusieurs mécanismes conduisent à des glaucomes par fermeture de l'angle rapide ou progressive, le plus souvent avec bloc pupillaire et synéchies postérieures extensives sur 360°.

## QUESTIONS FLASH

### Glaucome

conduisant à la séclusion pupillaire avec iris bombé. Il existe également des fermetures progressives par synéchies antérieures périphériques de l'angle, voire par néovascularisation angulaire.

La prise en charge doit toujours associer un traitement optimal simultané de l'inflammation et de l'hypertonie. Sous-traiter l'inflammation par crainte de l'hypertonie cortico-induite est un mauvais calcul, qui risque d'entraîner des dommages inflammatoires du trabéculum aux conséquences durables sur la pression intraoculaire.

#### Traitement de l'inflammation

Le traitement des poussées d'inflammation repose le plus souvent sur la corticothérapie topique à doses décroissantes. En cas d'hypertonie cortico-induite, on accélérera le relais de la dexaméthasone (ou de la prednisone) par la fluorométholone (ou la rimexolone). Les uvéites sévères, chroniques nécessitant de fortes doses de corticothérapie devront être, en cas d'hypertonie, passées sous traitement immunosuppresseur si possible. Les corticoïdes retard, en sous-ténonien voire en intravitréen, seront utilisés avec la plus grande prudence, en évitant les sujets glaucomateux connus ou ceux chez qui la corticothérapie topique induit une hypertonie.

Un mydriatique doit être administré au cours des poussées pour éviter la constitution de synéchies postérieures ou antérieures périphériques

#### Traitement médicaux de l'hypertonie

Le traitement médical antiglaucomateux repose en première intention sur les bêtabloquants et les inhibiteurs

de l'anhydrase carbonique (dorzolamide, brinzolamide) souvent associés qui, tous deux, diminuent la sécrétion d'humeur aqueuse.

L'acétazolamide 250 mg (Diamox®) est très utile lors des pics d'hypertonie, si les traitements topiques sont dépassés, mais aussi dans les glaucomes réfractaires en attente de chirurgie. La posologie est de 1/2 à 1 comprimé trois fois par jour, avec supplémentation potassique et surveillance de la kaliémie.

Les prostaglandines restent contre-indiqués dans les kérato-uvéites herpétiques et, par extension, dans les uvéites suspectes d'étiologie virale. Dans les autres cas, leur emploi est aujourd'hui accepté en seconde intention. Leur efficacité est susceptible de se trouver réduite par les anti-inflammatoires non stéroïdiens.

Les agonistes alpha-2 adrénergiques (brimonidine, apraclonidine) s'utilisent en seconde intention en raison de leurs effets secondaires assez fréquents. Ils pourraient avoir une efficacité diminuée par les anti-inflammatoires non stéroïdiens.

#### Traitements physiques de l'hypertonie

Les traitements physiques reposent sur la trabéculoplastie au laser Argon ou aujourd'hui majoritairement sélective (SLT), en complément du traitement médical. Ces traitements peuvent être réalisés en dehors des poussées, ou si l'inflammation est bien contrôlée.

En dernier recours, un glaucome réfractaire peut faire l'objet d'une cyclodestruction au laser diode, à réaliser avec une très grande prudence, sur un seul quadrant à la fois, en raison du risque de phtyze dans cette population.

Une iridotomie laser peut être proposée en cas de bloc pupillaire, mais le taux

de réussite est médiocre en raison du cloisonnement causé par les synéchies.

#### Traitement chirurgical de l'hypertonie

Les traitements chirurgicaux comprennent les chirurgies filtrantes. La trabéculéctomie paraît plus adaptée au contexte inflammatoire que la sclérectomie non perforante. L'inflammation est un facteur d'échec important de ces chirurgies par "excès de cicatrisation". On les entreprendra sous réserve d'un contrôle optimal de l'inflammation pendant 3 mois, renforcé par la prise de prednisone à 1/2 ou 1 mg/kg 1 à 2 semaines avant la chirurgie. Parallèlement, on effectue un contrôle pressonnier par traitement oral (acétazolamide) plutôt que topique pendant ces 3 mois. L'usage d'antimitotiques en peropératoire est indispensable. Les chirurgies combinées, plus inflammatoires sont contre-indiquées. Si une chirurgie de la cataracte est nécessaire, il est de règle de la réaliser plusieurs mois avant la chirurgie filtrante.

>>> En cas d'échec de trabéculéctomie ou pour certains en première intention, la pose d'une valve est réalisée (première intention en particulier : arthrite juvénile, aphaque, antécédents de glaucome néovasculaire, de chirurgie rétinienne avec huile de silicone).

>>> En cas de bloc pupillaire ou de glaucome réfractaire avec goniosynéchies, on préconise une iridectomie chirurgicale associée à une synéchiolyse et goniosynéchiolyse complète, suivie d'un traitement anti-inflammatoire maximal pour inhiber la récurrence des synéchies. Dans certains cas (hypermétrope, angle étroit), une phacoémulsification peut être préférée à une iridectomie.

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

## Chirurgie filtrante et phacoexérèse en un ou deux temps ? Indications, résultats

PH. GERMAIN

Centre ophtalmologique Kléber, LYON.

**C**ataracte et glaucome sont deux pathologies dont la prévalence augmente avec l'âge. De ce fait, la survenue d'une cataracte chez un patient glaucomeux est une situation clinique courante, exposant à une décision opératoire.

La stratégie chirurgicale reposera, d'une part, sur l'analyse précise des conditions opératoires du cristallin, avec toutes les difficultés propres à cette population glaucomeuse (présence de synéchies irido-cristalliniennes, mauvaise dilatation pupillaire, fragilité zonulaire dans le cadre d'un syndrome exfoliatif...).

Par ailleurs, il faut avoir une connaissance parfaite du statut de la maladie glaucomeuse : type de glaucome (présence de synéchies antérieures périphériques), degré de sévérité de la maladie, profil évolutif de la maladie, état du contrôle pressionnel, importance du traitement local, tolérance et observance de ce traitement...).

En fonction de ces éléments cliniques, trois possibilités sont offertes :

### Chirurgie de la cataracte seule

La phacoexérèse entraîne une baisse pressionnelle modérée, d'autant plus importante que la pression oculaire de départ est élevée, et d'autant moins importante que le patient est glaucomeux.

Cependant, cet effet s'atténue avec le temps. Certaines mesures biométriques obtenues en OCT du segment antérieur pourraient constituer un facteur prédictif d'abaissement pressionnel.

Un patient présentant un glaucome débutant ou modéré (ou bien sûr une simple hypertension oculaire), bien équilibré par un traitement médical simple parfaitement suivi, pourra bénéficier d'une chirurgie de la cataracte seule, et cela surtout s'il apparaît qu'un facteur cristallinien intervienne dans un mécanisme de fermeture angulaire.

Il faudra être vigilant pour reconnaître et traiter de façon adaptée des pics pressionnels précoces postopératoires, d'autant plus importants que le glaucome est avancé ou qu'il existe un syndrome exfoliatif. Ceux-ci sont potentiellement délétères en cas de neuropathie avancée.

### Chirurgie du glaucome en première intention

Le taux de succès pressionnel d'une chirurgie filtrante seule est plus élevé que celui d'une chirurgie combinée. Lorsqu'il existe une menace rapide de la fonction visuelle, en cas de glaucome sévère non contrôlé malgré un traitement maximal tolérable, une chirurgie du glaucome seule devrait être proposée.

Cette option thérapeutique sera également choisie en cas de chirurgie de cataracte à haut risque de complication, ou si le potentiel de récupération fonctionnelle rétinienne semble limité. Il faudra expliquer au patient qu'aucune amélioration fonctionnelle n'est à attendre en postopératoire, voire que cette chirurgie filtrante peut donner un coup de fouet à la cataracte. L'éventuel geste chirurgical ultérieur cristallinien devra être différé d'au moins 3 mois

pour limiter le risque de mise en échec du fonctionnement de la filtrante.

### Place de la chirurgie combinée

La possibilité offerte à un patient glaucomeux d'arrêter tout traitement local et de réhabiliter la fonction visuelle, lors d'une seule séance chirurgicale, est séduisante.

L'amélioration des techniques chirurgicales, avec en particulier la bonne maîtrise de la phacosclérectomie, a permis d'élargir les indications de la chirurgie combinée. Il s'agit en général de patients avec un glaucome modérément évolué, contrôlé ou non médicalement.

Les indications peuvent être étendues à des formes débutantes si le traitement médical est lourd, mal supporté, mal suivi, ou encore en présence d'un syndrome exfoliatif. Elles peuvent concerner également des formes plus graves, si la maladie glaucomeuse est bien stabilisée, ou chez un patient pour qui la réalisation des deux séances chirurgicales serait trop lourde.

L'abaissement pressionnel obtenu est meilleur qu'en cas de phacoexérèse seule, mais moins bon que si une filtrante seule était réalisée.

Le taux de complications est faible en cas de phacosclérectomie, alors que la réalisation d'une phacotrabéculéctomie expose à des complications spécifiques (hypothalamie, capture d'implant, soulèvement choroïdien, réaction inflammatoire...).

La stabilité réfractive est plus longue à obtenir.

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

## QUESTIONS FLASH

### Glaucome

#### Facteurs de risque dans le glaucome primitif à angle ouvert et dans le glaucome à pression normale : quel bilan en pratique ?

E. BLUMEN OHANA, J.-P. NORDMANN  
CHNO des Quinze-Vingts, PARIS.

**L**e terme “glaucomes” fait référence à un groupe hétérogène de pathologies dont la physiopathologie n’est qu’imparfaitement comprise, avec comme point commun une neuropathie optique chronique progressive, induisant un retentissement fonctionnel visuel en l’absence de prise en charge. Certains facteurs de risque ont été identifiés, et leur prise en charge permettrait éventuellement d’optimiser le pronostic de la neuropathie optique.

Dans le glaucome primitif à angle ouvert (GPAO), on observe une destruction progressive des cellules ganglionnaires rétiniennes par apoptose, déclenchées par différents facteurs non exclusifs que sont la pression intraoculaire (PIO), la génétique ou les facteurs vasculaires (*fig. 1*).

Dans le bilan des facteurs de risque, il s’agit dans un premier temps d’éliminer les causes de glaucomes secondaires telles la dispersion pigmentaire ou la pseudo-exfoliation capsulaire, ou les situations pouvant mimer un glaucome comme une cicatrice chorioretinienne.

Certains facteurs de risque (FDR) sont accessibles à l’examen clinique comme la biomécanique de la cornée, en particulier l’épaisseur cornéenne centrale (ECC) et son hystérésis, les variations nycthémerales de la PIO. La myopie

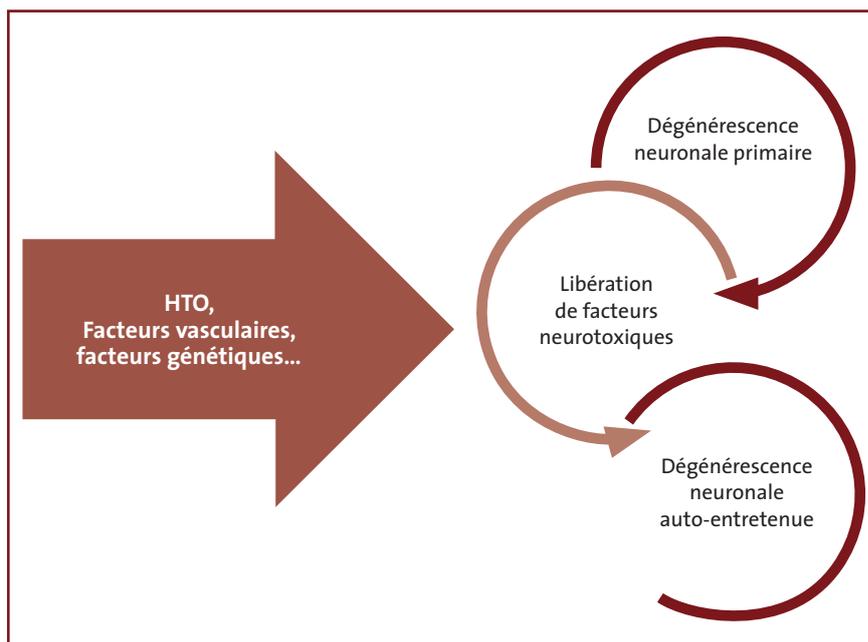


FIG. 1.

est un FDR reconnu qu’il faut prendre en considération. Enfin, notre examen clinique pourra déceler une excavation asymétrique, une hémorragie du disque optique ou une hypertonie oculaire (HTO). En effet, la PIO demeure à ce jour le FDR majeur de développer un glaucome, et il faut multiplier les mesures, les réaliser idéalement en aplanation et les rapporter à l’ECC, envisager des courbes de PIO si nécessaire.

Sur le plan général, il s’agit de prendre du recul, se détacher de nos instruments d’examen et d’appréhender nos patient dans leur globalité. La liste non exhaustive des facteurs de risque comporte :

- l’âge, les antécédents familiaux de glaucome, l’origine ethnique ;
- la notion d’une corticothérapie antérieure, d’un passage en réanimation avec choc hypovolémique ;
- un terrain vasospastique avec migraines, syndrome de Raynaud... ;
- les facteurs de risque cardiovasculaires avec notamment l’hypertension artérielle, l’hypotension artérielle nocturne ou posturale... ;

- le syndrome d’apnées du sommeil de type obstructif demeure à l’heure actuelle controversé comme étant un facteur de risque de glaucome, mais son dépistage peut tout de même être envisagé dans le doute, devant des signes évocateurs tels que la notion de ronflement nocturne associé à une somnolence diurne... La prise en charge de ce facteur de risque cardiovasculaire améliore la qualité de vie de nos patients, et pourrait prévenir la morbidité et la mortalité liées à ce syndrome ;
- l’exposition aux pesticides, l’utilisation d’instruments de musique à vent peuvent aussi être recherchées.

La physiopathologie du GPAO et GPN (Glaucome à pression normale) est encore imparfaitement élucidée. Il est vraisemblable que la PIO ne soit pas l’unique facteur de dégradation de la tête du nerf optique (TNO). La prédisposition génétique, les facteurs de risque vasculaires ou immunitaires, certains facteurs de risque anatomiques tels qu’une moindre résistance de la lame criblée ou un gradient de pression

translaminaire modifié peuvent participer au processus de dégradation pathologique.

Optimiser autant que faire se peut ces facteurs non pressionnels est intéressant, mais reste à être démontré, que ce soit pour les facteurs vasculaires, le syndrome d'apnées du sommeil obstructif (SASO)... Néanmoins, ce bilan ne nous dispense aucunement de la prise en charge pressionnelle qui reste notre cible thérapeutique essentielle.

En résumé, pour faire le bilan des facteurs de risque de glaucome en pratique, nous vous proposons ce schéma synthétique (fig. 2) :

	<b>Suspicion clinique et examen minutieux :</b> antécédents, interrogatoire, pachymétrie cornéenne, gonioscopie, PIO, FO.
	<b>Évoquer et rechercher les diagnostics différentiels :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ophtalmologiques, glaucomes secondaires, situations mimant un glaucome, neuropathie optiques, autres...</li> <li>• extra-ophtalmologiques tels que AVC, compressions intracrâniennes... avec imagerie neuroradiologique au moindre doute.</li> </ul>
	<b>Explorations à visée cardiovasculaires :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interrogatoire : antécédents, traitements médicamenteux, syndrome de Raynaud, etc. Holter tensionnel avec recherche d'HTA et de DIPS, recherche d'un SASO, si terrain évocateur, Berlin +, ronflements ;</li> <li>• se mettre en rapport avec le médecin traitant ou le cardiologue.</li> </ul>

FIG. 2.

**Pour en savoir plus**

- CASSON RJ *et al.* Definition of glaucoma: clinical and experimental concepts. *Clin Experiment Ophthalmol*, 2012;40:341-349.
- WEINREB RN *et al.* The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*, 2014;311:1901-1911.
- KASS MA *et al.* The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary openangle glaucoma. *Arch Ophthalmol*, 2002;120:701-713.

- STEIN JD *et al.* Differences in rates of glaucoma among Asian Americans and other racial groups, and among various Asian ethnic groups. *Ophthalmology*, 2011;118:1031-1037.
- IWASE A *et al.* The prevalence of POAG in Japanese. The Tajimi Study. *Ophthalmology*, 2004;111:1641-1648.
- ZHAO D *et al.* The association of blood pressure and primary open-angle glaucoma: a meta-analysis. *Am J Ophthalmol*, 2014;158:615-627.
- BAE HW *et al.* Systemic hypertension as a risk factor for open-angle glaucoma: a meta-analysis of population-based studies. *PLoS ONE*, 2014;9:e108226.
- LIU S *et al.* Meta-Analysis of Association of Obstructive Sleep Apnea With Glaucoma. *J Glaucoma*, 2016;25:1-7.
- RENARD JP. High blood pressure-low ocular pressure: the parallels. Vascular risk factors in glaucoma. *J Fr Ophthalmol*, 2007;30:3S18-21.

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

# réalités

OPHTALMOLOGIQUES



## Bulletin d'abonnement

**Oui**, je m'abonne à *Réalités Ophtalmologiques*

Médecin :  1 an : 60 €  2 ans : 95 €

Étudiant/Interne :  1 an : 50 €  2 ans : 70 €  
(joindre un justificatif)

Étranger :  1 an : 80 €  2 ans : 120 €  
(DOM-TOM compris)

Bulletin à retourner à :

**Performances Médicales**  
 91, avenue de la République  
 75011 Paris  
*Déductible des frais professionnels*

Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

Ville/Code postal : .....

E-mail : .....

**Règlement**

Par chèque (à l'ordre de Performances Médicales)

Par carte bancaire n°

(à l'exception d'American Express)

Date d'expiration :     Cryptogramme :

Signature :





Technologie HP-Guar

# Systane® ULTRA et ULTRA UD



TRAITEMENT SYMPTOMATIQUE  
DE LA SÈCHESSE OCULAIRE  
avec kératite ou kératoconjonctivite sèche,  
en 3<sup>e</sup> intention après échec des substituts  
lacrymaux de faible viscosité et des gels.

DÉSORMAIS  
REMBOURSÉS

## DYNAMIQUE PAR NATURE

**SYSTANE® ULTRA et SYSTANE® ULTRA UD Gouttes oculaires lubrifiantes** sont indiqués dans le traitement de l'œil sec pour le soulagement temporaire des brûlures et des irritations dues à la sécheresse oculaire. **SYSTANE® ULTRA** peut être aussi utilisé pour hydrater les lentilles de contact en silicone hydrogel et les lentilles de contact souples traditionnelles (hydrophiles) en cas d'irritation légère, de gêne oculaire et de vision floue. **SYSTANE® ULTRA UD** est sans conservateur. Veuillez lire attentivement les instructions figurant dans la notice et sur l'étiquetage. Conditions de prise en charge : Indication remboursée : Traitement symptomatique de la sécheresse oculaire avec kératite ou kératoconjonctivite sèche, en troisième intention après échec des substituts lacrymaux de faible viscosité et des gels. Modalités de prescription : Prescription par un ophtalmologiste après diagnostic de kératite ou de kératoconjonctivite sèche, notamment par un test colorimétrique réalisé à la lampe à fente. Prescription initiale ne pouvant excéder 6 mois de traitement. Renouvellement autorisé après examen ophtalmologique. Flacon de 10 ml : Prise en charge LPPR : 10,93 €, Prix limite de vente : 13,78 €. Boîte de 30 unidoses : Prise en charge LPPR : 4,69 €. Dispositifs médicaux de classe IIb (Systane® Ultra) et de classe IIa (Systane® Ultra UD) - Organisme notifié : 0123 TÜV SÜD - Fabricant : Alcon Laboratories, Inc.

McCANN Alcon® - A264 - Janvier 2016

Systane® ULTRA et ULTRA UD, la science du confort

**Alcon®**  
a Novartis company