

Réflexions

Ophthalmologiques

128

Tome 14
octobre
2009

Surface oculaire

Sémiologie du film lacrymal

Glaucome

Revue de presse internationale

Rétine

Les Macroanévrismes Rétiniens
Acquis

Rapport annuel (SOP)

Réunion Plénière des Sociétés
d'Ophthalmologie de France
21 novembre 2009 - Paris

1^{er} Congrès ROI - Lyon

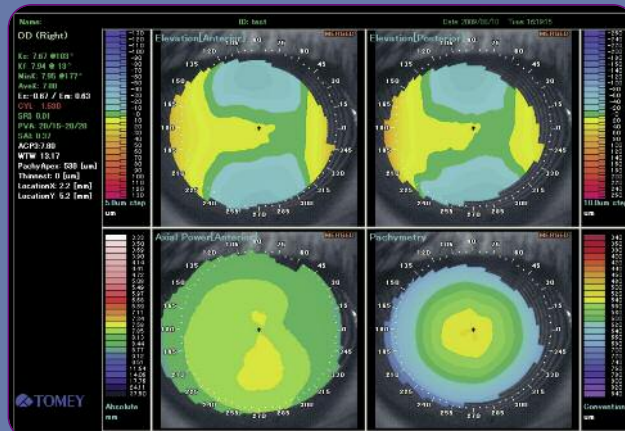
Réflexions Ophthalmologiques
en Inflammation
29 et 30 janvier 2010 - Lyon

10^{ème} Congrès des JRO

11-12-13 Mars 2010
Cité des Sciences - Paris - La Villette

Dossier

Equipement en chirurgie réfractive



Coordination scientifique :

Olivier Prisant et David Touboul

4
Crédits
FMC
par an

Les progrès considérables en chirurgie réfractive ces dernières années relèvent d'une part de notre expérience chirurgicale croissante (augmentation du recul et du nombre de patients opérés, perfectionnement des techniques opératoires...) mais également et surtout des innovations technologiques du matériel utilisé en chirurgie réfractive. Ce matériel considéré au sens large, inclut les moyens d'explorations pré et post opératoires ainsi que les appareils, en particulier les lasers, utilisés pour les procédures chirurgicales elles-mêmes. Plus que de fournir un catalogue détaillé des appareils disponibles, le but de ce dossier est de proposer une vision globale et une réflexion sur les moyens techniques dont nous disposons aussi bien pour l'exploration que pour l'acte chirurgical. Nous aborderons successivement les points suivants :

Matériel en chirurgie réfractive

permettant d'évaluer la géométrie cornéenne et de détecter toute irrégularité pouvant contre-indiquer une chirurgie cornéenne au laser. L'aberrométrie fait désormais partie intégrante du bilan préopératoire. Nous verrons les caractéristiques techniques des principaux aberromètres et l'intérêt qu'ils représentent.

La chirurgie réfractive cornéenne au laser est de plus en plus une chirurgie "tout laser", dont nous détaillerons les aspects techniques à travers 2 articles. Le 1er article est consacré aux aspects techniques des lasers femtosecondes, qui tendent de plus en plus à remplacer les microkératomes. L'article suivant détaillera les principaux points vers lesquels le Laser Excimer "idéal" doit tendre en 2009.

Enfin, le dernier article de ce dossier sera consacré aux implants phaqes qui constituent une solution satisfaisante pour les très fortes amétropies, même si certains problèmes restent pour le moment encore non résolus.

Nous espérons que ce dossier répondra aux principales questions que vous pouvez vous poser sur le matériel utilisé en chirurgie réfractive. Nous vous souhaitons une bonne lecture à tous !

Bulletin d'abonnement

Je m'abonne pour un an, soit 10 numéros et hors-série

▶ Dédectible de vos frais professionnels

Médecin	<input type="checkbox"/> 1 an : 50 €	<input type="checkbox"/> 2 ans : 80 €
Institution	<input type="checkbox"/> 1 an : 70 €	<input type="checkbox"/> 2 ans : 120 €
Interne/Étudiant (joindre un justificatif)	<input type="checkbox"/> 1 an : 30 €	<input type="checkbox"/> 2 ans : 55 €
Étranger (Dom-Tom inclus)	<input type="checkbox"/> 1 an : 63 €	<input type="checkbox"/> 2 ans : 100 €

Nom : Prénom :

Adresse :

Email :

Règlement : ☐ Chèque à l'ordre de JBH Santé
☐ Carte bancaire (VISA exclusivement)

Nº: | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cryptogramme :

--	--	--

Date d'expiration : | | | |

Signature :

4
Crédits
FMC
par an

RéfleXions Ophtalmologiques

Créditez votre FMC :
Abonnez-vous

En application de l'arrêté de juillet 2006 portant homologation des règles de validation de la FMC, un abonnement à un périodique médical répondant aux critères de qualité définis par les CNFMC donne droit à 4 crédits FMC/an, dans la limite de 40 crédits sur 5 ans.

Le critère retenu pour marquer la démarche volontaire du médecin est le paiement d'un abonnement. Cet abonnement doit être prouvé par une facture.

Bulletin à retourner à :
JBH Santé,
53, Rue de Turbigo - 75003 PARIS
Une facture justificative vous sera adressée

COMITÉ SCIENTIFIQUE

J.P. ADENIS	J.L. DUFIER	A. MATHIS
J.L. ARNE	P. GASTAUD	M. MONTARD
G. BAIKOFF	A. GAUDRIC	S. MORAX
Ch. BAUDOUIN	Ph. GIRARD	J.P. NORDMANN
J.P. BERROD	H. HAMARD	Y. POULIQUEN
A. BRON	T. HOANG XUAN	G. RENARD
E. CABANIS	J.F. KROBELNIK	G. SACHS
G. CHAINE	D. LEBUISSON	J. SAHEL
J. COLIN	J.F. LE GARGASSON	J.J. SARAGOUSSI
Ch. CORBE	P. LE HOANG	G. SOUBRANE
G. COSCAS	Y. LACHKAR	M. WEISER
Ph. DENIS	P. MASSIN	

COMITÉ DE RÉDACTION ET DE LECTURE

Surface oculaire : Serge DOAN
Cornée : Benoît BRIAT, Marc MURAINÉ, David TOUBOUL
Cataracte : Pascal ROZOT, Patrice VO TAN, Hervé ROBIN
Glaucome : Alain BRON, Nadine HAMELIN
Uvéites : Bahram BODAGHI
Rétine médicale : Eric SOUÏED
Rétine chirurgicale : Frank BECQUET, Laurent KODJIKIAN, Sarah SCHEER
Chirurgie réfractive : Olivier PRISANT
Infectiologie : Isabelle COCHEREAU, Tristan BOURCIER
Neuro-ophtalmologie : Dan MILÉA
Paupière et orbite : Eric LONGUEVILLE, Jean-Marie PIATON
Contactologie : Dominique PLAISANT-PROUST
Strabo/ophta pédiatrie : Emmanuel BUI QUOC
Ophtalmo-oncologie : Laurent KODJIKIAN

Directeurs de la rédaction :
Bahram BODAGHI et Pierre-Yves SANTIAGO
Rédacteur en chef : Olivier PRISANT
Conseiller Spécial de la Rédaction : Alain GAUDRIC

UNE ÉDITION J.B.H. SANTÉ

53, rue de Turbigo - 75003 Paris
Tél. : 01 44 54 33 54 - Fax : 01 44 54 33 59
E-mail : la@jbhsante.fr
Site : <http://www.jbhsante.fr>
Directeur de la publication : Dr Jacques HALIMI
Secrétariat Général de rédaction : Yaëlle ELBAZ
Maquette : Clémence KINDERF
Service commercial : Nathalie BOREL
Abonnements : Louise ASCOLI
Assistante : Tabatha TROGNON

Imprimerie GYSS
ISSN : 1274-5243
Commission paritaire : 0112 T 81079
Dépôt légal : 4^{ème} trim. 2009

SOMMAIRE

421 Editio : Matériel en chirurgie réfractive ———— Olivier Prisant

DOSSIER

EQUIPEMENT EN CHIRURGIE RÉFRACTIVE

425 Topographes Cornéens ———— Philippe Chastang

432 Les Aberromètres en Ophtalmologie : l'essentiel ———— David Touboul

437 Les Lasers Femtoseconde en Ophtalmologie : l'essentiel ———— David Touboul

441 Laser Excimer en chirurgie réfractive ———— Olivier Prisant

447 Quel équipement pour l'implantation phaque ? ———— Béatrice Cochener

GLAUCOME

453 Kiosque : revue de presse internationale ———— Alain Bron

RÉTINE

455 Les Macroanévrismes Rétiniens Acquis ———— Laurent Kodjikian

SURFACE OCULAIRE

460 Sémiologie du film lacrymal ———— Ivan de Monchy, Marc Labetoulle

CONGRÈS ESCRS

463 Implants intra-oculaires HOYA : les nouveautés ———— Hervé Robin

1^{ER} CONGRÈS ROI LYON

465,466 29 et 30 janvier 2010

10^{ÈME} CONGRÈS DES JRO

421,468 11-12-13 Mars 2010 - Cité des Sciences - Paris - La Villette

467 ACTUALITÉS

452 AGENDA

454,467 RENCONTRES...

421 ABONNEMENT

Les articles de "Réflexions Ophtalmologiques" reflètent l'opinion des auteurs et n'engagent en aucune façon la responsabilité de la Société éditrice. Aucun article publié dans ce numéro ne peut être reproduit sous quelque forme et les procédés sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

Topographes Cornéens

PHILIPPE CHASTANG

Clinique Ophtalmologique Thiers, Paris
Fondation Ophtalmologique Rothschild, Paris

résumé

La topographie cornéenne est un des éléments clé du bilan avant et après chirurgie réfractive. Il est donc indispensable de posséder un bon topographe afin de poser au mieux les indications chirurgicales, et analyser les résultats. Deux catégories de topographes sont à notre disposition : les topographes spéculaires, les plus anciens et les moins onéreux, et les topographes d'élévation, les plus récents et onéreux. Certains appareils combinent les deux technologies pour exploiter leurs qualités respectives, mais témoignant en même temps du fait qu'aucune des deux techniques n'est parfaite. Il nous semble que l'idéal dans l'état actuel des connaissances est d'interpréter des images fournies par deux types de topographes différents (élévation et spéculaire) avant de poser une indication de chirurgie réfractive. Enfin, dernièrement, des topographes ont été couplés avec un aberromètre dans une même machine. Nous verrons les avantages et limites de ces différentes technologies, dans le domaine de la chirurgie réfractive cornéenne, mais aussi dans le domaine de la chirurgie réfractive de la cataracte, qui prend une place de plus en plus importante dans notre pratique quotidienne.

mots-clés

Topographes cornéens



Topographes spéculaires

Principes

Des mires lumineuses concentriques (mires de Placido) sont projetées sur la face antérieure de la cornée. Les images réfléchies (virtuelles dites de Purkinje) de ces mires par l'interface air-film lacrymal sont recueillies par un capteur CCD situé au centre du cône lumineux. Les images des différentes mires sont situées dans un même plan grâce à la forme conique de la surface de projection. Il existe deux types de cône de projection (*Figure 1*). Les cônes de petite taille nécessitent de placer la face du patient au contact de l'appareil. La distance de travail est de l'ordre de 4 cm. Ceci représente un inconvénient en cas d'enophtalmie, où dans

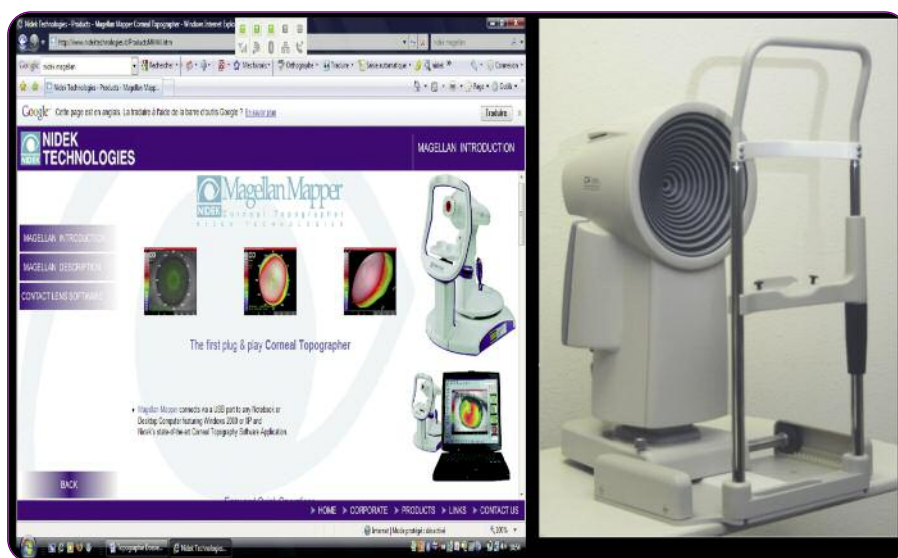


Figure 1 : Topographe spéculaire Nidek® Magellan avec petit cône de projection et CA 200 (Topcon®) avec grand cône de projection. Le topographe Nidek projette 30 anneaux étroits. Une détection de l'image sur les deux bords de chaque anneau est effectuée. C'est ainsi 60 images annulaires qui sont analysées, représentant un potentiel de 21600 points analysés. Le topographe Topcon projette 12 anneaux larges, et les deux bords de chaque anneau sont analysés, soit 24 interfaces. Environ 10000 points sont mesurés.

les formes les plus marquées la capture d'une image bien focalisée peut s'avérer impossible. La focalisation est donc plus difficile à obtenir. Cependant, ce type de cône offre un meilleur contraste, et théoriquement une mesure plus précise, grâce au plus grand des points analysés. En effet le nombre d'anneaux lumineux projetés est plus grand (supérieur à 20 pour tous les appareils). Le centre de l'image de chaque anneau (partie la plus brillante) est utilisé le plus souvent par l'algorithme de reconstruction de la surface cornéenne. Le topographe Magellan analyse les deux bords de chacun des anneaux, augmentant encore ainsi le nombre de points analysés. Les cônes de grande taille permettent de ne pas à avoir à approcher l'appareil trop près de l'orbite du patient. La distance de focalisation est de l'ordre de 8 à 9 cm. La capture de l'image (focalisation et centrage) est en général automatisée sur ce type d'appareil. Le nombre de bandes lumineuses est inférieur à 15. Les interfaces entre les bandes lumineuses et sombres sont utilisées pour la reconstruction de la surface coréenne. Le nombre de points analysé est plus faible que pour les cônes de petite taille. Quelque soit le type de cône, 256 à 360 points par anneau sont analysés. Au total, environ 10000 points sont analysés.

L'algorithme de reconstruction sur les appareils de dernière génération est de type Arc-Step. Il permet de mesurer les rayons de courbure réels de la cornée étudiée (appelés tangentiels ou instantanés), et non l'approximation représentée par les rayons axiaux (ou sagittaux). Ces derniers étaient les seuls mesurables avec l'ancien algorithme de reconstruction

(two steps profile) présent sur les topographes de première génération (TMS I ou EyeSys). En effet cette méthode mathématique impliquait que le centre du rayon de courbure en chaque point analysé soit situé sur l'axe du kératoscope. Ceci est évidemment rarement le cas, sauf près du centre cornéen, dans le cas de cornées normales.

L'algorithme Arc-Step utilisé actuellement n'implique pas de position pour le centre des rayons de courbure. Les rayons de courbure réels sont mesurés hémiméridien par hémiméridien, chaque rayon de courbure calculé dépendant du rayon de courbure du point plus central. Aussi, il est impératif que la position d'un anneau soit certaine avant le calcul algorithmique. C'est pourquoi certaines firmes ont ajoutées au cône de projection un anneau de focalisation (exemple Atlas, Zeiss®). La mesure des rayons de courbure est aujourd'hui très fiable et reproductible, même en périphérie de la cornée, de l'ordre de 0,10 D. Un simple calcul mathématique permet de calculer à partir des rayons de courbures instantanées, les rayons de courbure sagittaux, ou l'élévation. Contrairement à une idée largement véhiculée, la mesure de l'élévation de la surface cornéenne antérieure est au moins aussi précise, voir plus précise avec les topographes spéculaires modernes qu'avec les topographes d'élévation. Des études sur billes en PMMA, ont montré que la précision de la mesure de l'élévation avec un topographe spéculaire moderne était de 0,25 µm dans les 3 mm centraux, et de 1 µm en périphérie⁽¹⁾.

Les échelles colorimétriques sont identiques quelque soit les appareils (absolues, standardisées, et normalisées).

Différents modules, souvent optionnels, sont utiles en pratique quotidiennes. Les logiciels de détection des kératocônes permettent de séparer à l'aide d'une analyse plus ou moins complexe les cornées normales des cornées kératoconiques, ou d'autres types de déformation cornéennes. Les méthodes les plus connues sont celles de Rabinowitz et de Klyce Maeda. Des méthodes encore plus complexes reposant sur des réseaux neuronaux sont souvent proposées. Cependant, il faut se rappeler que quelle que soit la complexité de ces différentes méthodes, elles ne doivent être considérées que comme une aide au diagnostic de kératocône infraclinique, l'analyse subjective de la carte par le praticien, demeurant essentielle (Figure 2).

Une décomposition de la surface cornéenne antérieure avec le polynôme de Zernicke est possible (Figure 3). Cela permet de déterminer les aberrations cornéennes de haut degré. Il est alors plus facile de comprendre et d'expliquer aux patients leurs symptômes en cas de complications de chirurgie réfractive (zone optique étroite, décentrement, ...) grâce à des convolutions d'image (point, lettre, ou image). L'échantillonnage de la surface cornéenne est bien plus grand qu'avec le meilleur des aberromètres (plus de 10000 points versus moins de 1500). De surcroît, dans les cas de problèmes cornéens, kératocône ou après chirurgie réfractive, la source des aberrations est la

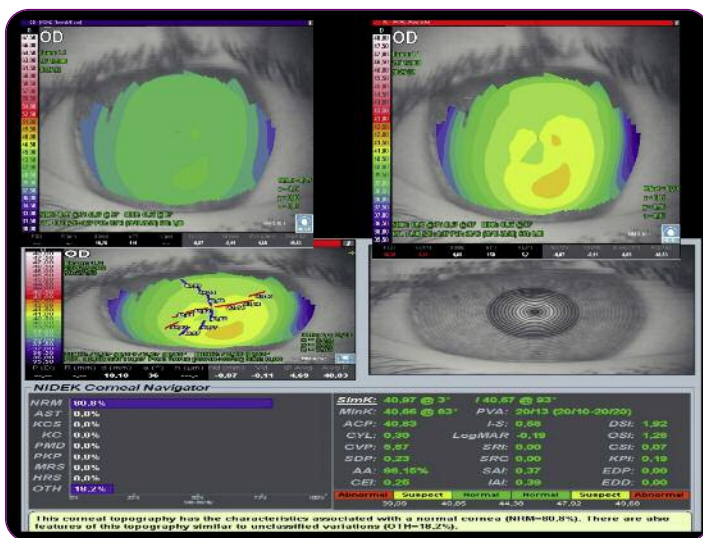


Figure 2 : Diagnostic automatisé de kératocône avec réseau neuronal (Magellan). Ce type d'aide au diagnostic est utile mais ne remplace pas l'œil entraîné du chirurgien. En haut à gauche : échelle standardisée - en haut à droite : échelle normalisée - en bas : diagnostic automatique. Il s'agit de l'œil controlatéral d'un kératocône clinique. Seule la carte avec échelle normalisée (pas de 0,50 D) permet de suspecter cette forme débutante. Le diagnostic automatique est faussement négatif.

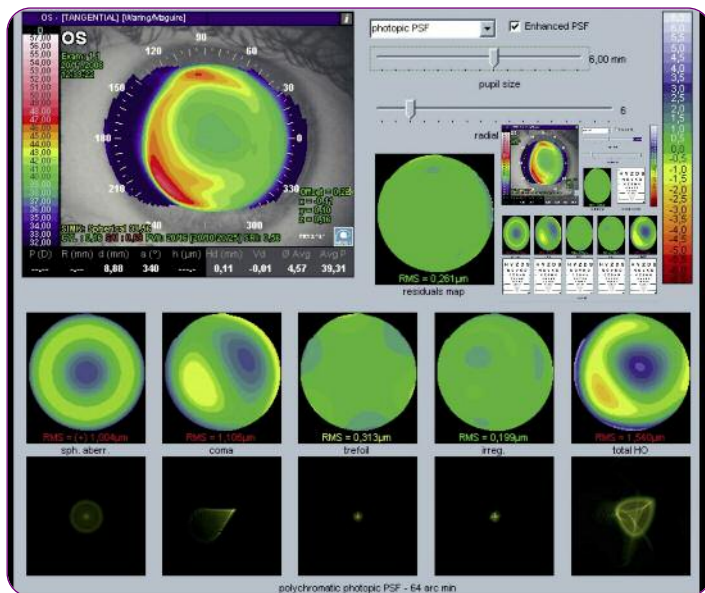


Figure 3 : Aberrométrie cornéenne obtenue avec topographe spéculaire : léger décentrement entraînant une augmentation des HOA cornéennes expliquant la gêne nocturne ressentie.

cornée. Les aberrations internes ne sont pas en cause, et de grandeur négligeable.

Certains topographes (Topcon CA 200 par exemple) proposent des logiciels d'aide au calcul d'implant torique, la limite étant de ne permettre que de choisir l'implant le plus adéquat de la même marque que celui du topographe.

Un module de mesure de la pupillométrie est parfois disponible en option.

■ Intérêts

La topographie spéculaire demeure essentielle à notre sens. La grande précision et reproductibilité des machines actuelles en sont un des principaux intérêts. Il paraît déraisonnable d'opérer un patient de chirurgie photoablatrice (PKR ou LASIK) sans carte topographique spéculaire préopératoire. Tous les signes de suspicion de kératocône infra-clinique publiés, et admis par toute la communauté ophtalmologique repose sur la topographie spéculaire, et non sur la topographie d'élévation. La mesure de l'astigmatisme cornéen nous semble être plus reproductible qu'avec les topographes d'élévation. Aussi, la kératométrie simulée est elle idéalement utilisée pour commander et positionner un implant torique dans notre expérience⁽²⁾. La mesure des aberrations sphériques cornéennes peut être utilisée pour le choix de l'asphéricité d'un implant de chambre postérieure.

Pour le calcul d'implant intra-oculaire chez les patients opérés de chirurgie cornéenne, la topographie cornéenne garde tout son intérêt. En effet, si aucunes données préopératoires ne

sont disponibles, et donc la méthode de l'histoire clinique impossible, la prise en compte de la kératométrie axiale centrale (la plus faible en cas de traitement myopique) est très utile.

■ Limites

La partie la plus centrale de la cornée n'est pas étudiée (zone de 0,3 mm de diamètre environ). La puissance de cette zone est calculée comme la moyenne des puissances des points analysés sur le premier anneau. Les problèmes d'ilots centraux disparus, l'impact de cette limite apparaît faible en pratique. La principale limite est finalement l'absence d'analyse de la face postérieure et de la pachymétrie.

● ● ● ● ● Topographes d'élévation

■ Principes

Les topographes d'élévation ne mesurent pas les rayons de courbure de la cornée mais les coordonnées tridimensionnelles de chaque point étudié. Une mesure de la forme réelle, et non une approximation en rayon de courbure est possible. L'Orbscan (Bausch and Lomb®) a longtemps été le seul topographe d'élévation sur le marché. Le nombre de topographe d'élévation disponible est maintenant au moins de quatre (Orbscan, Pentacam, Gallilei, TMS 5).

Quelque soit l'appareil, une fente lumineuse balaye la surface cornéenne. Le balayage peut être soit vertical (Orbscan) soit rotatif (Pentacam, Galilei, TMS 5). Cette fente lumineuse permet d'obtenir une section de la cornée, et même de tout le segment antérieur. L'image des fentes successives est recueillie par une caméra standard (Pentacam) ou Scheimplug (Pentacam, Gallilei, TMS 5). On peut donc distinguer deux types de topographes d'élévation en fonction du type de caméra. Le principe des caméras de types Scheimplug est d'avoir une continuité de distance focale, et non une seule pour les caméras standards. Cet avantage permet d'avoir une mesure plus précise (car une image plus nette) de la surface reconstruite. Ce type de caméra, après dilatation de la pupille, permet même d'obtenir des images du cristallin (mesure de la densité), ce qui est impossible avec l'Orbscan. Le bénéfice apporté par ce type de caméra explique certainement pourquoi toutes les firmes s'étant lancées récemment dans le développement d'un topographe d'élévation aient choisies cette technologie.

Une fois le recueil des images des fentes effectué, un calcul par triangulation permet de connaître les coordonnées de chaque point mesuré. Sur l'Orbscan, 40 fentes sont analysées, 25 ou 50 au choix de l'opérateur sur le Pentacam. Si un nombre de fente plus élevé limite les zones non analysées, il augmente le temps de mesure, introduisant une source d'erreur dans le

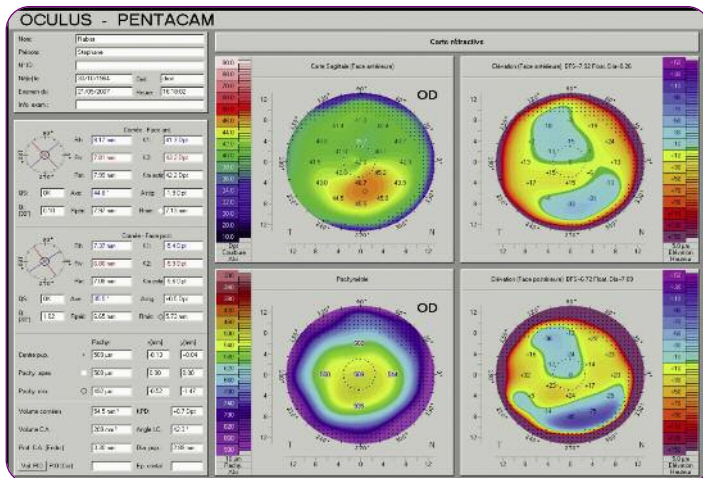


Figure 4 : Topographie d'élévation et Pentacam. Carte d'élévation antérieure, postérieure, axiale, et pachymétrique

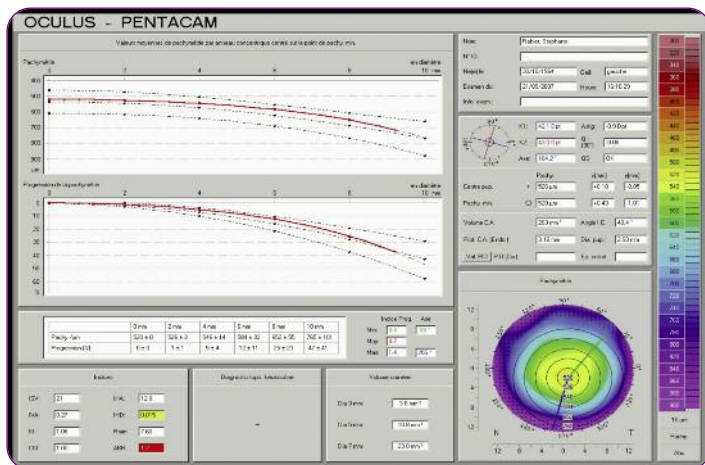
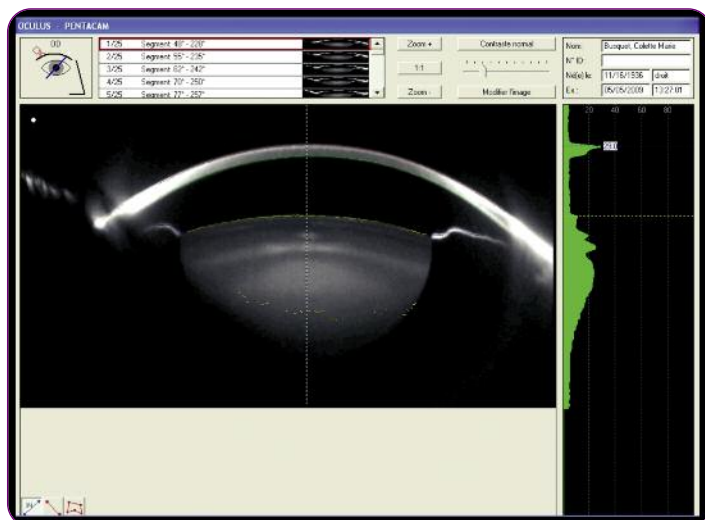


Figure 5 : Diagnostic automatique de kératocône avec le Pentacam. Des indices basés sur la variation de la pachymétrie du centre vers la périphérie sont utilisés en plus d'indices basés sur les données kératométriques. Comme pour les topographes spéculaires, des limites existent pour le dépistage des kératocônes infra-cliniques.



calcul de reconstruction du fait des mouvements du globe oculaire. Au final, pour le Pentacam, le nombre de 25 fentes semble le meilleur compromis.

L'Orbscan et le TMS 5 combinent au sein d'un même appareil un topographe spéculaire et d'élévation. Le TMS 5 (Scheimpflug) va bientôt être commercialisé en France. L'intérêt de cette combinaison est de pouvoir comparer les données obtenues avec les deux technologies, afin d'améliorer la précision de la reconstruction. La mesure de l'élévation permet de calculer par dérivation les cartes de puissance axiale et tangentielles. Cependant, il semble que la mesure directe des rayons de courbure par topographie spéculaire soit plus précise (sinon elle ne serait pas couplée !). La surface d'analyse des topographes d'élévation est plus grande (pas de problèmes liés à l'ombre du nez ou des cils). Une combinaison des deux technologies permet de ce fait d'obtenir des cartes de rayons de courbure plus précises et plus étendues qu'en utilisant une seule des deux techniques. Le Pentacam est le seul appareil à ne pas utiliser de mires de Placido.

Pour tous les topographes d'élévation, les données sont représentées par une carte d'élévation par rapport à une surface de référence (Best Fit Sphere en général). La grandeur est le micron (au dessus ou au dessous de la sphère de référence). Les faces antérieure, mais aussi postérieure de la cornée, sont analysées (Figure 4).

Des cartes pachymétriques sont calculées avec tous ces appareils. L'épaisseur en chaque point est égale à la différence entre les élévations des faces antérieure et postérieure. Le point avec la pachymétrie la plus fine de la carte est fournie par tous les appareils (valeur et coordonnée). La précision des mesures diminue en périphérie⁽³⁾. Les topographes Scheimpflug semblent plus précis pour les mesures pachymétriques après chirurgie réfractives que l'Orbscan⁽⁴⁾. Un diagnostic automatique de kératocône basé sur la carte pachymétrique est proposé sur le Pentacam. Dans notre expérience, les mêmes limites de sensibilité et spécificité sont à faire qu'avec les diagnostics automatisés proposés sur les topographes spéculaires (Figure 5).

La profondeur de la chambre antérieure est accessible dans tous les cas. Il en est de même pour la mesure de l'angle irido-cornéen. Ces mesures sont importantes pour les indications d'implant phaque.

En revanche, seuls les topographes d'élévation Scheimpflug donnent des informations sur le cristallin. La densité est mesurable en chaque point, et représentée par une échelle de gris (la clarté augmente avec la densité). Les appareils Scheimpflug sont un peu plus que des topographes cornéens. Il s'agit de véritables analyseurs du segment antérieur pour les plus récents d'entre eux (Figure 6). Le Pentacam haute résolution (HR) par exemple permet de localiser correctement

Figure 6 : Diagnostic de cataracte avec le Pentacam.

un implant phaqué de chambre antérieure ou postérieure. Des mesures de distances de sécurité entre la face postérieure de la cornée et un implant myopique de chambre antérieure (au centre mais aussi en périphérie) sont possibles. Un logiciel de simulation post-opératoire de l'implant phaqué choisi est même proposé pour évaluer sa tolérance endothéliale post-opératoire.

■ Intérêts

L'analyse de la face postérieure pour le diagnostic précoce de kératocône est le principal argument mis en avant pour acheter un topographe d'élévation. Son intérêt était encore débattu lors de la dernière ESCRS à Barcelone.

Pour certains, il semblerait que des modifications de la face postérieure soit plus rapidement mise en évidence en cas de kératocône débutant. Deux principales raisons étayaient cette hypothèse. L'épithélium recouvrant la face antérieure aurait un rôle de masque. Il tendrait en effet à régulariser la surface cornéenne en s'épaississant en périphérie et en s'amincissant dans la région de la protrusion. Les études en échographie très hautes fréquence de D Reinstein le démontrent. D Gatinel en étudiant des cornées en Orbscan avant et après ablation de l'épithélium a aussi montré ce rôle régularisateur. Il n'existe pas de possibilité de tel masquage sur la face postérieure. D Gatinel a aussi montré que la caractéristique plus cambrée de la face postérieure permettait en cas de modification de l'asphéricité (cornée kératocônique plus prolata) une meilleure visualisation de l'anomalie⁽⁵⁾. Il y aurait donc une explication mathématique au caractère plus précoce des modifications postérieures.

Pour d'autres, la topographie spéculaire demeure le gold standard, cette technologie étant plus précise et reproductible. Ils arguent aussi des nombreux artefacts de reconstruction de la face postérieure, expliquant notamment des erreurs pachymétriques après PKR ou LASIK⁽⁶⁾. Il est aussi troublant de noter à quel point les mesures d'élévation de la face postérieure sont différentes entre le Pentacam et l'Orbscan⁽⁷⁾. Aucun critère diagnostique avec un haut degré de sensibilité et spécificité basé sur des données d'élévation de la face postérieure n'est à ce jour publié.

A la vue de ces différents arguments, il nous paraît idéal d'utiliser les deux technologies, spéculaires et élévation. Il semble quand même réaliste de penser que des modifications postérieures soient plus rapidement visibles. L'utilisation de deux technologies permet de faire la preuve de la mise en œuvre de tous les moyens diagnostiques. Les cartes pachymétriques sont très intéressantes, et obtenues sans contact.

L'acquisition d'un topographe Scheimpflug permet de faire office d'analyseur de segment antérieur, et peut dispenser de l'achat d'un OCT de segment antérieur pour la pose et la surveillance des implants phaques. Le Pentacam HD en cas de chirurgie pas trop ancienne arrive même à visualiser l'interface d'un LASIK, et donc de mesurer une épaisseur de mur postérieur résiduelle. En cas de chirurgie ancienne, l'OCT se révèle plus précis dans cette indication.

● ● ● ● ● Topographe et aberromètre combinés

Deux appareils de ce type sont commercialisés (OPD Scan Nidek®, et L80-wave Luneau). Un topographe spéculaire est couplé à un aberromètre. En une seule mesure, la forme de la face antérieure de la cornée, les aberrations d'origine cornéenne, et les aberrations totales du globe oculaire sont mesurées. Les aberrations internes (cristalliniennes principalement) sont calculées par différence entre les HOA totales et cornéennes. Une mesure de la réfraction sur une pupille de 3 et 5 mm est fournie grâce aux mesures aberrométriques. Le rôle des structures internes (cristallin ou implant intraoculaire principalement) dans la réfraction est également précisé. Pour l'OPDscan, l'aberrométrie est effectuée par une skiascopie dynamique (1440 points sont analysés).

Les intérêts de ces appareils sont multiples. Tout d'abord, ils permettent d'obtenir réfraction automatique, kératométrie, topographie cornéenne, et aberrométrie en un seul temps. Le coût de ces appareils est inférieur à la somme d'un autokératomètre automatique, d'un topographe spéculaire, et d'un aberromètre. Le gain de temps est aussi certain dans le cadre d'un bilan complet de chirurgie réfractive. La connaissance

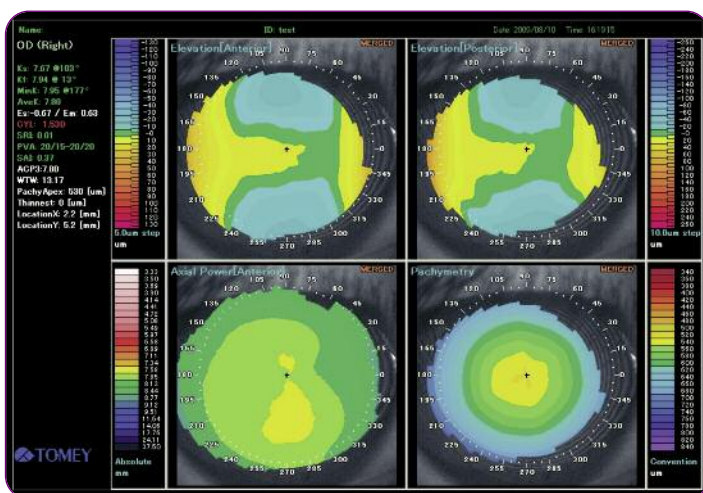


Figure 7 : TMS 5. La reconstruction de la forme de la cornée est obtenue à partir de la projection de mires de Placido (comme pour le TMS 4), mais également à l'aide de la projection d'une fente lumineuse (caméra de Scheimpflug). Une carte d'élévation de la face antérieure, postérieure, axiale et pachymétrique est proposée.



Figure 8 : Nidek OPD-scan et chirurgie de la cataracte. La mesure des HOA internes, notamment aberrations sphériques (SA) permettent d'adapter les aberrations sphériques de l'implant à celle de la cornée du patient. Dans ce cas, un implant avec des aberrations sphériques négatives a été choisi pour compenser les aberrations sphériques cornéennes positives. La somme des SA cornéennes et de l'implant est quasi-nulle.

de la réfraction et des HOA internes est intéressante dans certaines situations. Cela permet d'expliquer les symptômes des patients avec des décentrement d' d'implant de chambre postérieure. A l'heure de la cataracte réfractive, il est possible de choisir l'asphéricité d'un implant en fonction des aberrations sphériques (SA) cornéennes préopératoires (mesurées par la topographe spéculaire) et de vérifier l'effet après chirurgie (SA totales) mesurées par l'aberromètre (Figure 7). De manière

plus intéressante, il est possible de visualiser un l'axe d'un implant torique. En cas d'erreur de positionnement, la carte de réfraction interne peut aider à choisir le sens de rotation de l'implant, et son degrés.

Conclusion

Différents critères de choix rentrent en compte dans l'acquisition d'un topographe cornéen. Il peut s'agir en premier lieu de la plate forme laser que l'on utilise. En effet, il peut être judicieux de choisir le topographe qui peut être couplé au laser pour les calculs de profils d'ablation de type Topolink. En dehors de cette considération, la topographie spéculaire demeure la base de tout examen préopératoire. Les choix sont larges, avec des prix aux alentours de 10 à 15 KE. L'utilisation d'un topographe d'élévation est de nos jours recommandée, voir indispensable, avant PKR ou LASIK. Le choix d'un topographe avec caméra de Scheimpflug permet de posséder en même temps un analyseur de segment antérieur, argument important vu les sommes nécessaires pour acquérir ces technologies additionnelles. Le coût d'un topographe d'élévation est d'au moins 45 KE. Le choix d'un appareil combinant un topographe spéculaire et un topographe d'élévation Scheimpflug est certainement intéressant pour poser les indications de chirurgie cornéenne. Les topographes-aberromètres sont particulièrement intéressants pour les indications de chirurgie de cataracte « réfractive ».

Conflits d'intérêts : aucun

RÉFÉRENCES

1. Mattioli R, Tripoli N. Corneal geometry reconstruction with the Keratron videokeratographer. *Optom Vis Sci.* 1997;74:881-894.
2. Chastang P. Implants torique Acri.Comfort TLC 646 TLC pour la correction des forts astigmatismes. *Safir* 2009
3. Touzeau O, Allouch C, Borderie V, Ameline B, Chastang P, Bouzegaou F, Laroche L. Précision et reproductibilité des mesures de la pachymétrie par ultrasons et Orbscan. *J Fr Ophtalmol.* 2001 Nov;24(9):912-21
4. Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol.* 2008 Jul-Aug;52(4):245-9.
5. Gatinel D, Racine L, Hoang-Xuan T. Contribution of the corneal epithelium to anterior corneal topography in patients having myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2007 Nov;33(11):1860-5.
6. Prisant O, Calderon N, Chastang P, Gatinel D, Hoang-Xuan T. Reliability of pachymetric measurements using orbscan after excimer refractive surgery. *Ophthalmology* 2003 Mar;110(3):511-5
7. Hashemi H, Mehravaran S. Corneal changes after laser refractive surgery for myopia: comparison of Orbscan II and Pentacam findings. *J Cataract Refract Surg.* 2007 May;33(5):841-7.

Les Aberromètres en Ophtalmologie : l'essentiel

DAVID TOUBOUL

Praticien Hospitalier, CHU de Bordeaux
Centre de Référence National du Kératocône (CRNK)

résumé

L'aberrométrie oculaire comporte une sémiologie nouvelle qu'il convient d'acquiescer. Plusieurs technologies sont disponibles et donnent de bons résultats. Le couplage à un topographe cornéen ainsi qu'à une plateforme Laser Excimer est devenu une forte tendance. Les avantages de l'utilisation de cette technologie ne sont plus à démontrer en pratique courante. Le choix de son aberromètre dépend beaucoup de son type d'activité. La convivialité de navigation et l'automatisation des mesures sont des paramètres déterminants.

mots-clés

Pupille
Front d'onde
Polynômes
Aberrations optiques
Convolutions
Coma
Asphéricité

Introduction

L'aberrométrie en pratique clinique est avant tout une révolution dans le domaine de la sémiologie de la symptomatologie oculaire. Bon nombre de plaintes visuelles exprimées par nos patients sont enfin entendues, expliquées et quantifiées grâce à l'aberrométrie. La relation patient/médecin ne s'en trouve que renforcée. Les manifestations optiques liées à un excès d'aberrations optiques (AO) sont globalement dévoilées ou majorées de nuit lorsque la pupille est dilatée. Les plaintes fonctionnelles de jour sont essentiellement rattachées aux problèmes de transparence des milieux (diffusion, absorption) ou de diffraction (pupille). (Tableau 1). Cette nouvelle dimension sémiologique induit la nécessité de proposer au patient un nouveau vocabulaire descriptif. Les combinaisons d'AO sont en général de mise et doivent donc plutôt faire rechercher la composante dominante à l'origine des plaintes du patient. Pour la plupart d'entre nous, les AO sont compatibles avec une activité nocturne normale. Cependant, certains patients porteurs d'un excès d'AO vont devoir renoncer à la conduite nocturne, par exemple, ou à certaines activités professionnelles. Un bref rappel simplifié de la décomposition polynomiale des AO est proposé ci-dessous : (Figure 1).

Composantes Anatomiques	Mécanismes Physique impliqués	Circonstance d'apparition
Pupille	Diffraction	Pupille en myosis serré
Interfaces oculaires	Réfraction (variation d'indices), Chromatisme	Amétropies, Ectasies, Décentrements, Dilatation pupillaire
Milieux oculaires	Diffusion, Absorption / Transmission, Polarisation, Fluorescence	Cataracte, opacité cornéenne ou vitréenne

Tableau 1 : Corrélations Anato-mo-Fonctionnels décrivant les mécanismes impliqués dans la dégradation de restitution d'image sur la rétine. (Dr D Touboul).

Aberration optique d'ordre inférieur : LOA (Low Order Aberrations)

Les manifestations cliniques des aberrations sphéro-cylindriques sont bien connues. Elles entraînent une image floue pour la composante sphérique et dédoublée pour la composante cylindrique.



Aberration optique d'ordre supérieur : HOA (High Order Aberrations)

La décomposition du front d'onde en polynômes de Zernike permet d'isoler certaines composantes symptomatologiques dont seuls les premiers ordres de la décomposition présentent un intérêt clinique (ordres 2 et 3). Cependant il faut garder à l'esprit que ces AO sont confondues entre elles, qu'elles peuvent se compenser mutuellement et provenir des différents dioptries oculaires.

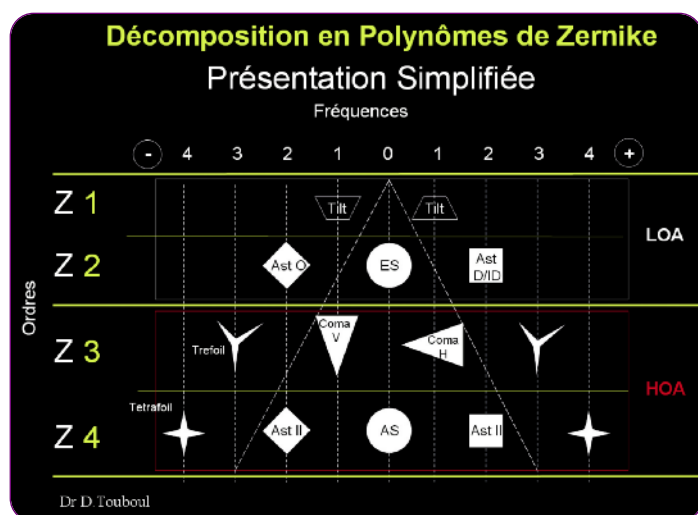


Figure 1 : Classification pratique des Aberrations optiques selon Zernike. ES = équivalent sphérique ; Ast O = Astigmatisme oblique ; Ast D/ID = Astigmatisme direct et indirect ; Ast II = Astigmatismes secondaires. Les AO contenues dans la pyramide centrale sont les plus nuisibles d'un point de vue fonctionnel. Dr D Touboul.

Coma

L'aberration chromatique est perçue comme une déformation des sources lumineuses étalées « en queue de comète ». L'image est étirée dans un axe dominant. Il existe une composante horizontale et verticale de cette aberration, la somme est vectorielle.

Aberration sphérique

Les aberrations sphériques sont à l'origine de la perception de halos autour des lumières. Ils peuvent être attribués aux effets de la diffusion optique des milieux. L'aberrométrie combinée à l'examen bio microscopique, pupille dilatée, permet de faire grossièrement la distinction.

Astigmatisme secondaire

Comme son nom l'indique, l'astigmatisme secondaire correspond cliniquement à une impression d'astigmatisme (images dédoublées) qui n'est pas corrigée par une correction sphéro-cylindrique. La réfraction subjective doit bien sûr être revérifiée. Le terme d'image fantôme est aussi retenu.

Tréfoil et Tétrafoil

Ces aberrations optiques donnent un aspect irisé ou rayonnant aux sources de lumière. Elles sont parfois perçues comme des branches d'étoiles (star-burst). Il n'est pas possible de dissocier en sémiologie clinique le Tréfoil du Tétrafoil.



Comment distinguer les différentes technologies en Aberrométrie ?

Pour rester simple, l'aberrométrie est un laser infrarouge qui va sonder les milieux oculaires grâce à des astuces d'analyse du décalage spatio-temporel du front d'onde projeté dans l'œil.

Il existe plusieurs techniques d'analyse dont les performances et la résolution varient (**Tableau 2**)

> Analyse du front d'onde sortant **Hartmann-Shack** (HS) : c'est le système d'analyse le plus répandu. Il compare, par rapport à un front d'onde entrant parfait, la déformation de ce dernier, sortant de l'œil,

Hartmann-Shack	Tscherning et Ray tracing	Skiascopie Dynamique
Alcon – LadarWave- LADAR 4000*	Wavelight - Allegro Analyzer – WAVELIGHT*	Nidek - OPD Scan - NAVEX*
B/L – Technolas/Perfect Vision – Zywave II – ZYOPTIX*	Tracey - iTrace – Pulsar Z1*	Visiometrics – OQAS II **
AMO – Wavescan - VISX*		
Zeiss – Wasca – MEL80*		
AMO – COAS - Wavefront Science		
Lunau - L80		
Topcon – KR1W		
Ziemer - Maxwell		
Imagine Eye - IRX3 (version technique)		

Tableau 2 : Principaux Aberromètres commerciaux en fonction de leur technologie source. Dr D Touboul.

* Plateforme de chirurgie réfractive customisée reliée à l'aberromètre

** L'Oqas permet l'analyse de la diffusion optique mais pas la décomposition des AO

après réflexion au pôle postérieur. La résolution dépend du nombre de microlentilles utilisées par son capteur (1000 à 3000 en général). C'est un système « position dépendant ». Il est limité lorsqu'il existe un trop fort taux d'AO (fortes amétropies, Kératocônes évolués,...)

> **Rétinoscopie double passage** (double pass) ou **Skiascopie Dynamique** : c'est le deuxième système le plus diffusé. Il s'agit d'une analyse « temps dépendant », proche du principe de la skiascopie manuelle. La carte OPD map (Optical Path Difference) est particulièrement appréciée car elle permet une cartographie en Dioptries de la pupille du patient (maxi 6 mm).

> Analyse par projection sur la rétine : Le **Laser Ray Tracing** est une méthode moins répandue qui utilise une analyse séquentielle « position dépendante » d'un rayon entrant et balayant point par point le pôle postérieur. L'analyse de la déviation de chaque point au sortir de l'œil permet l'évaluation des fortes amétropies et aberrations optiques. Les aberrations longitudinales sont particulièrement bien étudiées (profondeur de champ). La limite du système repose sur le risque de mouvements oculaires durant les mesures. La résolution est plus faible qu'avec le HS (300 points environ). Un mode d'analyse comparable est le système **Tscherning**. Il projette une grille de points sur la rétine et analyse la déformation de celle-ci par les AO de l'œil.

Les aberromètres donnent des valeurs assez différentes quand on les compare entre eux, en raison des calibrations spécifiques à chaque fabricant. En revanche les cartes aberrométriques sont assez comparables. Le suivi sur la même machine est primordial ainsi que la standardisation du diamètre pupillaire (DP).

Les principales étapes d'interprétation de l'Aberrométrie

L'objectif principal de l'Aberromètre est de fournir une décomposition des HOA totales. Ainsi, il permet l'analyse des symptômes du patient et guide le choix de la solution optique la plus pertinente. Le pourcentage des HOA par rapport aux AO globales est peu utile car il dépend trop de l'amplitude des LOA.

> **La première étape : regarder le diamètre maximum de la pupille mesurée.** En effet, tous le raisonnement repose sur la comparaison des valeurs mesurées par rapport à des seuils de normalité définis sur des populations asymptomatiques à un DP donné. La progression des AO n'est pas linéaire avec le DP, il faut donc prendre ses propres repères pour des diamètres donnés (par exemple 3; 5 et 7 mm).

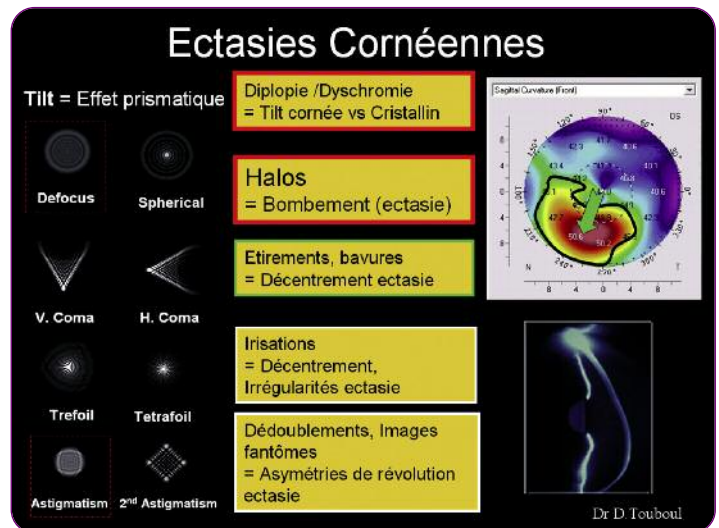


Figure 2 : Sémiologie aberrométrique du Kératocône. Dr D Touboul.

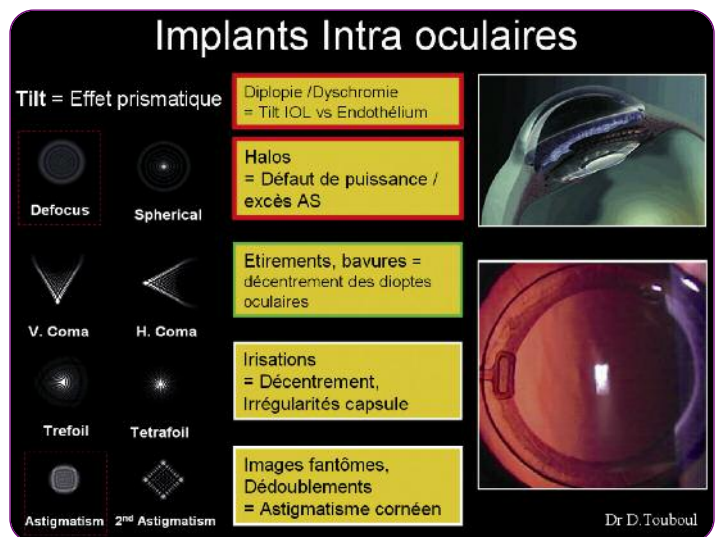


Figure 3 : Sémiologie aberrométrique des implants intra oculaires. Dr D Touboul.

> **La deuxième étape : regarder la décomposition des HOA totales.** Toutes les HOA n'entraînent pas la même gêne fonctionnelle. Les aberrations dites « centrales » dans la pyramide de décomposition des HOA en polynômes sont de réputation plus gênantes que les HOA dites « périphériques ». Par exemple, à même valeur de RMS (unité de mesure des AO en μm), un excès d'HOA comatique ou d'AS sont plus pénalisant qu'un excès de Tréfoil ou de Tétrafoil.

> **La troisième étape : regarder les convolutions** qui vont permettre de mieux cerner les symptômes du patient et d'évaluer l'efficacité d'une correction optique. C'est aussi l'occasion de faire participer le patient et de lui montrer que nous pratiquons une analyse approfondie pour comprendre ses doléances. La convolution d'échelles d'acuité est très utile pour expliquer les limitations d'acuité visuelle, la fonction d'étalement du point (PSF) illustre bien la présence d'images

parasites ressenties lors de la conduite nocturne. Par simulation, il est possible de pondérer la part des HOA par rapport à celle des LOA. Il ne faut pas perdre de vue l'importance du DP dans cette analyse. La fonction de modulation de transfert (MTF) donne une idée plus complexe de l'enveloppe globale de la qualité optique de l'œil du patient (acuité et contraste).

Ainsi, l'analyse de la réfraction prend la dimension dynamique et fonctionnelle que les patients attendent lorsqu'ils sont insatisfaits de leur vision.

Deux exemples de corrélations anatomo-cliniques pratiques sont détaillés dans les *figures 2 et 3*.



Comment choisir un Aberromètre ? Les paramètres importants

- Avoir la possibilité de calculer le front d'onde pour un DP donné
- Présenter un nombre suffisant de points analysés > 1500 (DP 6)
- Bénéficier d'une mesure rapide et automatisée
- Bénéficier d'une navigation conviviale
- Obtenir une bonne reproductibilité intra individuelle
- Avoir un accès rapide aux données utiles en routine
- Avoir un couplage topographique, si possible co axial
- Vérifier un couplage éventuel avec son laser excimer (plateformes)
- Viser un coût d'acquisition raisonnable par rapport à son niveau d'utilisation

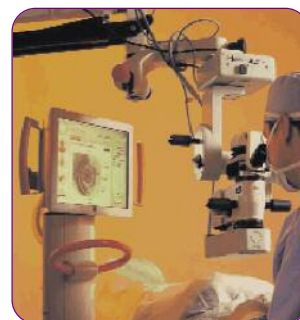


Pourquoi acheter un Aberromètre en 2009 ? 10 bonnes raisons :

Il faut bien réaliser ce que peut apporter l'utilisation d'un aberromètre en consultation de routine. La liste suivante n'est pas exhaustive mais donne les grandes lignes :

1. S'offrir une super réfraction automatique
2. Analyser les troubles visuels subjectifs : retentissement d'un œil sec, diplopie, images fantômes, étirements, halos...
3. Décomposer un système optique complexe en une somme d'éléments plus simples qui ont une corrélation anatomo-fonctionnelle
4. Dépister les asymétries optiques (décentrement dioptriques)
5. Optimiser le choix de l'asphéricité des implants intra oculaires

Figure 4 : Technologie Orange[®] / Aberrométrie per opératoire.



6. Obtenir une carte réfractive de la pupille : comprendre les variations de l'acuité en fonction du diamètre pupillaire
7. Comprendre la pseudo-accommodation : compensation de la presbytie
8. Identifier le dioptré responsable d'un excès d'aberrations optiques
9. Prescrire des corrections optiques personnalisées : réaliser des photoablations guidées par front d'onde, prescrire des verres « aberrométriques »
10. Evaluer le bénéfice attendu d'une adaptation en lentille rigide

Pour tirer tout le profit de l'utilisation de l'aberrromètre en routine, il faut disposer d'une pièce d'examen assez sombre (les capteurs sont plus sensibles) et, au mieux, dilater le patient (augmentation de la quantité d'AO mesurées).



Conclusion

L'aberrrométrie oculaire s'intègre progressivement dans les cabinets d'Ophtalmologie. Il remplace peu à peu les auto-réfractomètres. Il se combine avec les topographes spéculaires (OPD-scan, L80, Topcon, iTrace) et d'élévation (Oculus, Sirius) pour dissocier l'origine des aberrations optiques. Il intègre les plateformes de chirurgie réfractive customisées par Laser Excimer. Il prétend mesurer la diffusion optique pour évaluer l'opacité des milieux (Oqas). Il s'adaptera bientôt sur les microscopes opératoires pour vérifier la puissance et l'orientation des implants « sur table » (Technologie Orange[®]). (*Figure 4*). Il permettra de faire des simulations préopératoires de la vision grâce à l'implémentation d'optiques adaptatives (Technologie Imagine Eye). Il délivre des informations complémentaires pour améliorer la confection des verres de lunettes (technologie iScripton-Zeiss). En un mot, l'aberrrométrie oculaire est devenue incontournable pour l'avenir. ■

Pour plus de formation :
DIU Laser et Médecine, contact :
www.laser-et-medecine.com

Conflits d'intérêts : aucun

Les Lasers Femtoseconde en Ophtalmologie : l'essentiel

DAVID TOUBOUL

Praticien Hospitalier, CHU de Bordeaux
Centre de Référence National du Kératocône (CRNK)

résumé

Le Laser Femtoseconde est probablement l'outil thérapeutique le plus innovant de ces dix dernières années en Ophtalmologie. Son essor est fulgurant et dépasse largement le champ d'application du Lasik pour lequel les machines mises sur le marché sont globalement toutes très performantes. Les paramètres clés de la technologie sont à connaître pour comprendre les distinctions proposées par les différents constructeurs. Une analyse personnalisée et précise de son activité et de ses ressources est nécessaire pour faire son choix. La consultation des différentes études cliniques publiées reste importante pour valider la sécurité et l'efficacité des différentes machines.

mots-clés

Laser
Femtoseconde
Amplification
Aplanation
Imagerie
Biomécanique



Introduction

En moins de 10 ans, la technologie Laser Femtoseconde s'est imposée comme le standard pour la découpe ultra-précise et sécurisée des capots de LASIK. La diversification de ses applications est en pleine expansion. Toutes les « Majors » de la chirurgie réfractive font l'acquisition d'un Laser Femtoseconde pour optimiser l'offre de leur plateforme. Cinq machines sont à présent disponibles sur le marché. Ce dossier ne prétend pas faire un comparatif exhaustif de ces produits mais plutôt donner à l'utilisateur les éléments clés distinctifs et les connaissances essentielles pour l'aider à se faire sa propre opinion.



Comment fonctionne un Laser Femtoseconde

En quelques mots, les deux avantages déterminants du Laser Femtoseconde (fs) en Ophtalmologie sont :

- La faible atténuation du Laser dans les milieux oculaires avant son point d'interaction grâce à une longueur d'onde située dans le proche infrarouge (environ 1 μm)
- Les propriétés de confinement importantes de l'interaction Laser / tissu grâce à la très forte irradiance que ce Laser, dit intense, génère au point de focalisation (micro-cavitation athermique)

Ainsi, des défauts intra-tissulaire de quelques microns de diamètres sont la base élémentaire des patterns (motifs) de découpes. Ils sont distribués par des scanners ultra rapides pouvant suivre des cadences impulsionsnelles s'étendant du kHz au M Hz . La manipulation de ces défauts dans l'espace, l'optimisation de leur forme, la gestion de l'interface œil/machine, la maîtrise de la biomécanique tissulaire sont ensuite des paramètres décisifs dans l'efficacité du traitement proposé. Le savoir faire est différent selon les constructeurs, représentés dans la *figure 1*.

Le *Tableau 1* récapitule les principaux paramètres techniques pour les cinq machines disponibles à ce jour, le *Tableau 2* donne une description détaillée des paramètres

de ce premier tableau. La **figure 2** propose une classification des Lasers fs et signale les applications proposées pour chaque machine en 2010.



Pourquoi acheter un Laser Femtoseconde en 2010 : 10 bonnes raisons

1. La sécurité et l'efficacité des découpes de Lasik sont devenus des avantages essentiels
2. L'outil est incontournable du fait de sa précision et de l'évolution des procédures
3. La technologie Femtoseconde débord largement du champ d'application du Lasik
4. L'émulation technologique et l'essor des applications sont très soutenus
5. Des applications sur le cristallin, la chirurgie de la cataracte et du glaucome vont voir le jour
6. Certaines procédures vont pouvoir supplanter l'utilisation du Laser Excimer (Flex, Smile, Intracor...)
7. Un couplage avec des systèmes d'imagerie OCT et de simulation des modifications biomécaniques sont à prévoir
8. La multiplication des stations permet une mise en concurrence
9. L'investissement initialement lourd est rendu accessible par des solutions de location « à la procédure »
10. Les patients sont à présent demandeurs de cette technologie



Comment choisir un Laser Femtoseconde

Le choix d'un Laser Femtoseconde est multifactoriel. Les principales questions qui demandent réflexion sont :

- > Quelles seraient les procédures les plus intéressantes pour mon activité en dehors du Lasik ?
 - Greffes de cornée lamellaires et/ou transfixiantes
 - Implantation d'anneaux intra-cornéens, d'inlays réfractifs
 - Compensation micro invasive de la presbytie
 - Perspectives des procédures réfractives sans Laser Excimer
 - Réduction des forts astigmatismes cornéens

- > Quelle est la surface de la salle d'opération dont je dispose pour installer ma station réfractive ?
- > Le Laser est-il ergonomiquement compatible avec le choix de ma station Laser Excimer ?
- > Mon Laser doit-il être mobilisable (multi centrique, multi salle opératoire) ?
- > Quel est le prix de revient d'une procédure pour le chirurgien et pour le patient ?
- > Quel est mon volume de procédure annuel ?
- > Qui assurera le service après-vente ?
- > Quelles sont les perspectives d'évolutivité de la machine et des procédures ?
- > Quel est le recul clinique de l'utilisation de cette machine ?

Lasers femtoseconde 2010



iFS5 ©
Abbott
Intralase

FEMTEC ©
Technolas
Perfect Vision

FEMTO LDV ©
Ziemer

VISUMAX ©
Zeiss

WAVELIGHT ©

Informations

Dr. D. Touboul

Figure 1 : Panorama des Lasers Femtoseconde en 2010.

Comparaison des Paramètres Techniques des Lasers fs en 2010	iFS Abbott Intralase	FEMTEC Technolas PV Bausch/Lomb	Ziemer Femto LDV	Zeiss VISUMAX	ALCON Wavelight
Amplification	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
Longueur d'onde (nm)	1053	1053	1045	1043	1045
Durée pulse (fs)	800	500	300	700	200
Energie/pulse (nJ)	800	4000	50	400	600
Cadence (kHz)	150	80	20000	500	200
Ablation	Plano	Courbe	Plano	Courbe (SMILE)	Plano
Ouverture numérique	Faible	Faible	Forte	Moyenne	Faible
Durée Flap 9 mm (sec)	< 20	< 40	< 40	< 40	< 20
Angulation berges Lasik	30 – 150 °	30 – 90 °	35 °	45 – 135 °	30 – 150 °
Visualisation	OUI	OUI	Virtuelle	OUI	OUI
Point de fixation patient	NON	NON	NON	OUI	NON
Progression de la découpe du capot	Grille (raster)	Spirale C pète	En Bandes	Spirale C fuge	Grille (raster)
Profondeur découpe du capot (µm)	1000	200	90 - 100 - 450	200	1000
Recentrage après succion	OUI	NON	NON	NON	OUI
Capot ovalisable	OUI	NON	NON	NON	OUI
Élévation PIO (mmHg)	> 60	> 30	> 30	> 30	> 60
Kératoplasties	OUI	OUI	NON	NON	NON
AIC **	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Autres procédures	KA*: Résection Cautérisation	KA*: INTRACOR	-	FLEX/SMILE	-
Couplage R. Iris	OUI	OUI	OUI/NON	NON	OUI
Couplage Aberromètre	Wavescan	Zywave	Selon Excimer	Wasca	Allegro
Couplage Excimer	VISX S4 IR	ZYOPTIX	Selon Excimer	MEL 80	ALLEGRETO
Plateforme réfractive	iLASIK	ZYOPTIX	zLASIK	ZEISS	Refractive Center
Mobilité	NON	NON	OUI	NON	NON
Recul Clinique	2002	2004	2007	2008	" 2010 "
N° Procédures	< 2 500 000	< 25 000	< 80 000	< 10 000	< 50

Tableau 1 : Comparaison des Paramètres Techniques des Lasers fs en 2010. Dr D. Touboul.

* KA = Kératotomies Arciformes / ** AIC = Anneaux intra-cornéens

Amplification de la source laser	Un laser amplifié délivre plus d'énergie, ce qui permet certaines applications plus en profondeur dans l'œil, cependant il est souvent plus instable.
Longueur d'onde (λ)	1035 nm est une longueur d'onde standard qui passe très bien la cornée, une longueur d'onde proche de 1700 nm est préférable si le tissu est opaque (cornées pathologiques, sclère), pour l'instant non disponible
Durée des impulsions (τ en fs)	Plus les pulses sont courts, plus l'interaction est confinée Plus les impulsions sont brèves plus le seuil de claquage optique (seuil d'ablation) est faible avec un plateau entre 10 et 200 fs environ
Energie (E) par impulsion : du μJ au nJ	Pour obtenir un claquage optique avec une centaine de nano Joules, il faut une forte ouverture numérique, ce qui distingue le design optique des lasers non amplifiés. Avec des ON plus faibles, le claquage optique n'intervient que si l'énergie est proche du micro Joule.
Cadence : du kHz au MHz	L'amplification des oscillateurs femtoseconde induit une perte de cadence de tir d'un facteur 1000 environ
Ablation	L'ablation plano est la plus performante pour les découpes cornéennes antérieures et ultrafines. L'ablation courbe est plus performante pour les découpes en postérieures
Ouverture numérique (ON)	Plus l'ouverture numérique est grande plus la focalisation en profondeur est précise mais le champ de balayage est restreint
Durée pour découper un volet	Dépend de l'adéquation : taille d'impact (dépend : E, τ , λ , ON), pattern d'impacts (espacement, recouvrement, progression des impacts), cadence de tirs, vitesse des scanners
Angulation berges Lasik	Des berges à bords angulés à 150° ont une plus grande stabilité et résistance à la traction mécanique que des berges à 30°
Visualisation	La visualisation de la découpe permet de visualiser et prévenir les incidents de découpes, liés à des effets masques, une cinétique du gaz anormale, un défaut du tir laser
Point de fixation patient	La fixation du patient permet de centrer les volets sur l'axe optique et non sur l'anneau de succion
Progression de la découpe du capot	La propagation du front de découpe et du gaz est plus facile de manière concentrique pour les aplanations courbes et en raster pour les aplanations plano
Profondeur découpe du capot	Est plus fine avec les nouvelles générations de lasers, elle sera probablement guidées par OCT dans l'avenir pour obtenir des découpes juste sous la Bowman : < 90 μ m dont 50 μ m d'épithélium
Recentrage après succion	La visualisation de la scène opératoire permet de dépister un décentrement de la découpe, capitale pour la mise en place d'anneaux intra-cornéens
Élévation PIO	Plus importante pour les aplanations plano que courbes, aurait une importance pour la qualité des découpes superficielles
Kératoplasties	Les kératoplasties encastrables ont des géométries frontales et sagittales variables. Elles sont vouées à majorer la résistance biomécanique, limiter l'astigmatisme, augmenter la congruence receveur/donneur, limiter le nombre et la durée des points, optimiser l'apport thérapeutique des greffons
AIC	Les Anneaux intra-cornéens ont bénéficié d'une expansion majeure ces trois dernières années, grâce à la dissection ultra précise et calibrée apportée par le laser fs
Autres procédures	L'INTRACOR est une procédure micro invasive qui repose sur le concept de remodelage biomécanique de la cornée centrale, permettant de créer une pseudo-accommodation, l'évaluation de l'efficacité et de la sécurité dans le temps est en cours Le FLEX est une procédure qui consiste à enlever une lentille réfractif sous un capot de Lasik sans utiliser de laser Excimer : Lasik « Tout Femtoseconde » Le SMILE est une amélioration du FLEX, la lentille est retiré par une incision arciforme périphérique d'environ 5 à 6 mm, sans capot Les Kératotomies Arciformes et les Résections Cunéiformes permettent la réduction des forts astigmatismes réguliers (selon nomogrammes)

Tableau 2 : Les principaux paramètres clés pour l'analyse comparative des lasers femtoseconde en ophtalmologie. Dr D. Touboul.

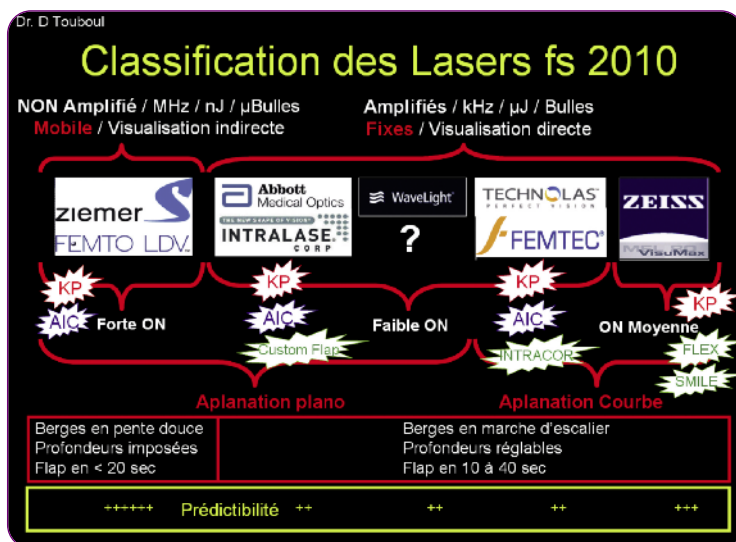


Figure 2 : Classification simplifiée des Lasers Femtoseconde en 2010.

Conclusion

Choisir un Laser Femtoseconde en 2010 demande à présent une certaine culture des Lasers qui ne figure pas naturellement dans le cursus de formation des Ophtalmologistes en France. Cet article donne les bases essentielles à un choix libre et éclairé. Les procédures et les performances des machines mises sur le marché sont en perpétuelles mutations. L'avenir est à la combinaison des technologies de photoablation, d'imagerie ultra résolutive et d'analyse de la biomécanique tissulaire. ■

Pour plus de formation :
DIU Laser et Médecine, contact :
www.laser-et-medecine.com

Conflits d'intérêts : aucun

Laser Excimer en chirurgie réfractive

OLIVIER PRISANT

*Clinique de la Vision et
Fondation Ophtalmologique, A. de Rothschild, Paris*

résumé

Le choix d'un laser excimer fait intervenir plusieurs critères parmi lesquels les paramètres de la photoablation qui sont les plus importants. Le profil idéal de photoablation doit consommer le moins de tissu cornéen possible et générer le moins d'aberrations optiques possible grâce à une géométrie asphérique. Cette amélioration de la qualité de vision se fait au prix d'un plus grand volume de tissu photoablaté. Par ailleurs, un eyetracker est indispensable. La reconnaissance irienne a permis d'importants progrès quant à la précision du traitement des astigmates. Les modules "presbytie" des lasers excimer cherchent à générer un profil cornéen multifocal.

mots-clés

Laser Excimer
Chirurgie réfractive
Myopie
Presbytie
Photoablation

Le Laser Excimer est l'élément technique principal permettant la correction des amétropies par photoablation cornéenne. De nombreux progrès ont été réalisés ces dernières années quant à la qualité des résultats réfractifs, à la sécurité des procédures et à l'ergonomie d'utilisation des machines. Les paramètres qui permettent d'évaluer la qualité et les performances d'un Laser Excimer sont nombreux. Nous allons détailler l'essentiel de ces paramètres et les illustrer en donnant des précisions sur les principaux Lasers Excimer actuellement disponibles en France.



Profils de photoablation

L'effet réfractif de la photoablation au Laser Excimer dépend directement de la qualité du profil de photoablation généré par le Laser. Les Lasers cherchent à tendre vers le profil de photoablation idéal dont les caractéristiques sont les suivantes :

■ Profondeur d'ablation

- Pour une amétropie sphéro-cylindrique et pour une taille de zone optique (ZO) données, la photoablation doit être la plus économe possible en tissu cornéen. Par exemple, le Laser Schwind Amaris (*Figure 1*) enlève 13 microns d'épaisseur de tissu cornéen par dioptrie pour une ZO de 6 mm.

*Figure 1 :
Laser
Schwind Amaris*





Figure 2 : Laser Technolas 217P



Figure 3 : Laser Wavelight Allegretto (distribué par Alcon en France)



Figure 4 : Laser QUEST (Nidek)

• Par ailleurs, la tendance actuelle est à l'équipement des Lasers Excimer d'un pachymètre intégré permettant une mesure en temps réel du lit stromal résiduel pendant la photoablation. Ceci peut être très utile pour les cornées fines afin de ne pas dépasser le seuil critique de lit stromal résiduel, classiquement fixé à 250 microns. De plus en plus de chirurgiens le fixent à 300 microns grâce aux volets ultra fins réalisés avec le Laser femtoseconde. Par exemple, les Lasers Schwind Amaris et le nouveau Laser Technolas 217P (Figure 2) sont équipés d'un pachymètre intégré.

■ Profil asphérique

La géométrie physiologique prolate, asphérique négative (plus courbe au centre, plus plate en périphérie) d'une cornée normale permet d'optimiser la qualité de vision. L'asphéricité peut être quantifiée par le facteur Q, dont la valeur physiologique est proche de -0,3. Les profils d'ablation myopiques aplatissent le centre de la cornée et la rendent plus oblate, ce qui génère des aberrations sphériques (Z400) responsables de halos et d'éblouissements. Il est possible de réduire ces effets secondaires postopératoires en élargissant la taille de la ZO, mais surtout en réalisant une ablation qui préserve dans une certaine mesure l'asphéricité négative de la cornée. Pour une amétropie et une taille de ZO données, par exemple -3 D avec une ZO de 6 mm, la réalisation d'un profil asphérique consomme plus de tissu cornéen qu'un profil standard. On améliore donc la qualité de vision au prix d'une plus grande ablation de tissu cornéen. Par exemple, le Laser Allegretto (Wavelight, Alcon) (Figure 3) génère par défaut un profil de photoablation asphérique, avec pour bénéfices de réduire les effets secondaires surtout chez les forts myopes. Il est possible sur ce même Laser de programmer la photoablation en choisissant le facteur Q postopératoire souhaité. Outre l'intérêt sur la qualité de vision, cela peut être également intéressant chez les patients presbytes pour accentuer la multifocalité cornéenne en choisissant de rendre la cornée hyperprolate. Cette possibilité est également offerte par le programme d'ablation asphérique du Laser Technolas 217.

■ Profils d'ablation personnalisés

Depuis plusieurs années déjà, les Lasers excimer sont couplés avec un aberromètre. L'aberrométrie préopératoire fait actuellement partie intégrante d'un bilan préopératoire standard. Dans certaines indications, une photoablation sur mesure permet de traiter l'amétropie sphéro-cylindrique, mais également les aberrations d'ordre supérieur (HOA) afin d'améliorer la qualité de vision. Il est donc important dans le choix d'un Laser Excimer, de considérer la station d'exploration aberrométrique et le système de couplage avec le Laser. A titre d'exemple, le Laser Technolas 217 est couplé avec la station Orbscan/Zywave. Le Laser Excimer Nidek QUEST (Figure 4) est couplé avec l'OPD Scan II (Figure 5).

Dans certaines indications plus rares, il est également possible de personnaliser la photoablation en se basant sur les données topographiques. Ce couplage de type "Topolink" est surtout utile dans les indications visant à corriger une anomalie de la géométrie cornéenne le plus souvent induite par une chirurgie réfractive antérieure (élargissement d'une trop petite ZO, correction d'un décentrement). Certains auteurs proposent également ce type de photoablation pour régulariser les kératocônes frustes en y associant une procédure de type cross-linking. Parmi les Lasers capables de réaliser un traitement en Topolink, citons l'Allegretto qui est couplé à la topographie d'élévation du Pentacam.



Figure 5 : La station OPD Scan (version II) est un aberromètre/topographe couplé au Laser Excimer de Nidek.

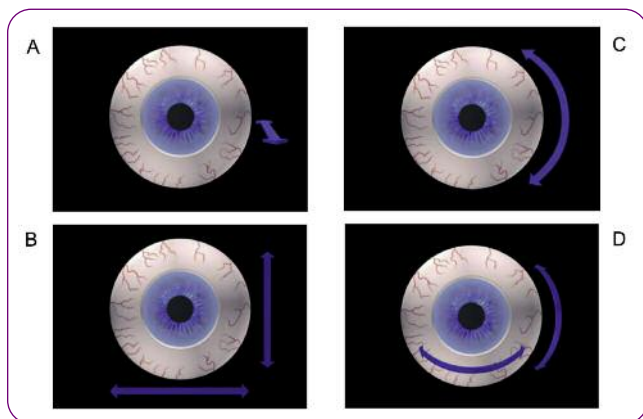


Figure 6 : Différents axes de l'eyetracker :

A : Axe Z (correspondant à la focalisation verticale)

B : Axe XY (déplacement dans le plan horizontal)

C : Eyetracker rotationnel (surtout intéressant en cas de nystagmus rotationnel)

D : Compensation du "Rolling" effect



Caractéristiques de l'émission Laser

La fréquence d'émission des tirs Laser joue un rôle important quant à la rapidité de la procédure. Parmi les Lasers les plus rapides actuellement, citons les Lasers Allegretto et Schwind AMARIS (fréquence de tir de 500 Hz permettant une vitesse de traitement d'environ 2,5 secondes / dioptries). Outre le gain de temps pour le chirurgien et le confort du patient, un traitement rapide a pour intérêt de réduire le risque de décentrement en réduisant le temps pendant lequel le patient est obligé de fixer.

Parmi les caractéristiques de l'émission Laser, citons également la taille et le profil des spots. La tendance est à la réduction de la taille des spots (qui sont actuellement de l'ordre de 0,5 mm) et au profil gaussien, de manière à obtenir une surface stromale après photoablation la plus lisse possible ce qui réduit les risques de régression réfractive.



Eyetracker

Le système d'eyetracking existe déjà depuis plusieurs années. Ce système est indispensable au bon centrage pour tous les Lasers à flying spot. L'eyetracker fonctionne grâce à une caméra infrarouge qui détecte l'aire pupillaire à une fréquence très élevée (par exemple 1050 Hz soit 1050 fois par seconde pour le Laser Schwind Amaris). Un réalignement des miroirs guidant le spot Laser est réajusté à une fréquence moindre mais très élevée de manière à toujours rester centré par rapport à l'aire pupillaire. Grâce à ce système, tout se passe comme si la photoablation avait lieu sur un oeil immobile. Il est par exemple possible de traiter facilement des yeux présentant un nystagmus.

Des progrès ont été réalisés quant aux axes du système d'eyetracking (**Figure 6**). Tous les Lasers sont actuellement dotés d'un eyetracker actif sur le plan horizontal (xy). Dans l'axe vertical (z), l'eyetracker n'est le plus souvent que passif. Notons que le Laser Schwind Amaris est également actif dans l'axe vertical, c'est-à-dire qu'il se refocalise automatiquement en cas de défocalisation. Le Laser Technolas est actuellement doté d'un eyetracker rotationnel, ce qui est surtout intéressant dans le cadre de la reconnaissance irienne. Une fois calé sur le bon axe, ce système permet de corriger en temps réel les éventuels mouvements de cyclotorsion de l'œil, par exemple dans le cas d'un léger nystagmus rotatoire.

Il faut également noter que la plupart des eyetrackers ne compensent pas les mouvements de l'œil de type "rolling". Ce mouvement correspond au plafonnement réflexe de l'œil lorsque celui-ci se ferme, ce qui est un réflexe souvent difficile à contrôler pour les patients. Le plafonnement de l'œil (qui regarde alors vers le haut) peut être source de décentrement inférieur. L'eyetracker du Laser Schwind Amaris permettrait, de détecter le mouvement de rolling et, grâce à de savants calcul, d'ajuster la fluence de l'émission Laser en temps réel pour compenser ce mouvement de plafonnement (Figure 7). L'intérêt d'un tel système serait le réduire le risque de décentrement inférieur.



Reconnaissance irienne

La reconnaissance irienne est l'une des principales avancées technologiques des dernières années en chirurgie réfractive. Ce système a beaucoup amélioré les résultats du traitement de l'astigmatisme. En effet, nous savons qu'une erreur d'axe peut réduire considérablement l'effet torique d'une correction optique. Par exemple, une erreur d'axe de 15° entraîne une réduction de 50% de l'effet torique. Les Lasers étaient initialement incapables de reconnaître une erreur d'axe provoquée par une malposition de la tête ou par une cyclotorsion fréquente en position allongée.

La reconnaissance irienne est un procédé qui consiste à prendre une photo de l'iris en position assise (souvent dans le cadre de l'examen aberrométrique du bilan préopératoire). Cette image est ensuite transmise au Laser qui va calculer l'erreur d'axe et se repositionner automatiquement exactement sur le bon axe. Cette technologie a considérablement amélioré la précision des résultats pour la correction de l'astigmatisme.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, certains Lasers tels que le Technolas 217, sont équipés d'un eyetracker rotationnel, qui permet un réaligement en temps réel de l'axe en fonction de mouvements rotatoires peropératoires. Cette technologie contribue à l'amélioration des résultats.

La reconnaissance irienne est également associée à la compensation du shift pupillaire. Idéalement, la photoablation doit être centrée sur le centre pupillaire détecté en position assise. Or, en raison de la dilation et de la cyclotorsion éventuel, le centre de la pupille peut ne pas être exactement au même endroit entre la position assise et les conditions opératoires. Le Laser est capable de détecter ce différentiel et de centrer le traitement sur l'axe pupillaire de la position assise, en prenant comme repères le cercle limbique mesuré en position assise.

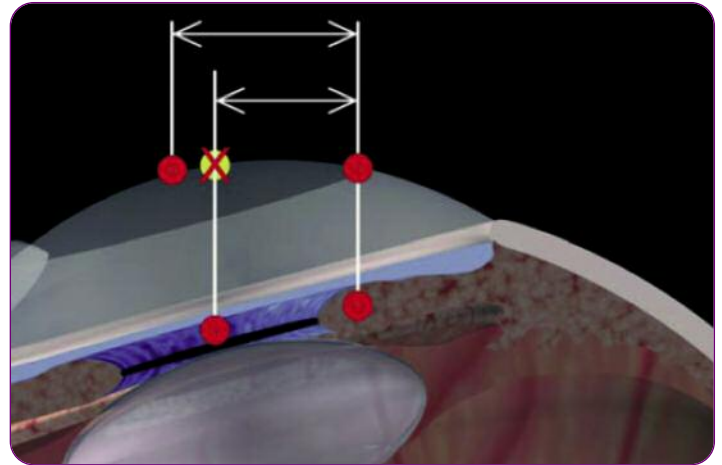


Figure 7 : Compensation du "Rolling effect". C'est le fait que l'œil plafonne quand le patient cherche involontairement à fermer les yeux. Si cela se produit pendant la photoablation, un effet de décentrement inférieur est fréquent. Pour compenser cela, le Laser Schwind Amaris dispose d'un logiciel qui permet de calculer l'importance du "Rolling" et d'ajuster la fluence en temps réel pour réduire le risque de décentrement inférieur.

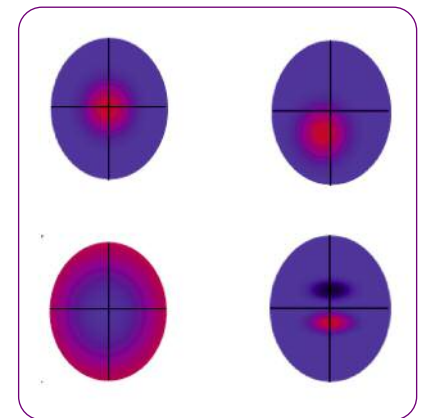


Figure 8 : Types de cornées multifocales
Schématisation des différents
profils d'ablation multifocaux
pour compenser la perte
d'accommodation chez les
patients presbytes.



Module Presbytie

L'un des principaux paramètres du Laser Excimer à considérer en 2009 concerne l'approche thérapeutique possible de la presbytie. Les stratégies photoablatives destinées à compenser la perte d'accommodation en induisant un excès de multifocalité cornéenne peuvent être de type centré (hyperprolaticité cornéenne en accentuant l'aberration sphérique négative) ou décentré (générant une aberration de type "coma") (Figure 8). Certains Lasers tels que l'Allegretto permettent une approche intéressante des patients presbytes, en offrant la possibilité de choisir le degré d'asphéricité postopératoire de manière à générer une cornée multifocale. La plupart des Lasers Excimer comportent un programme "presbytie". Le Laser Schwind

Amaris comporte le module PresbyMAX® élaboré en collaboration avec le Pr Alio (Alicante, Espagne). Le module PresbyOne® du Laser Technolas 217 est en cours d'évaluation dans le cadre d'une étude multicentrique européenne. Le module CustomVue® du Laser VisX permet également une photoablation multifocale.



Module PTK

Les possibilités de Laser thérapeutique (PTK) sont également à prendre en compte dans le choix du Laser Excimer. Parmi les indications les plus fréquentes de Laser thérapeutique, citons les kératalgies récidivantes qui nécessitent la possibilité de réaliser une photoablation superficielle sur la totalité de la surface cornéenne afin d'augmenter l'adhésion épithéliale après réépithélialisation. Le Laser QUEST de Nidek permet ce type de traitement, alors que la ZO du Laser Technolas 217 en mode PTK ne dépasse pas 7 mm. Citons également la possibilité de greffe lamellaire antérieure sur le Laser Schwind Amaris. Celui-ci permet en effet de réaliser une photoablation lenticulaire antérieure d'épaisseur variable et de laisser un lit stromal résiduel postérieur d'épaisseur constante, grâce au système de pachymétrie en temps réel intégré.



Ergonomie

Les conditions d'utilisation du Laser, sa facilité et rapidité de programmation sont des facteurs importants à prendre en compte. Il appartiendra à chacun de se faire sa propre expérience en essayant les différents Lasers.



Aspects financiers

Outre le prix d'achat du Laser, il faut considérer dans le budget de fonctionnement, le coût de la maintenance et des cartes nécessaires au fonctionnement de certains programmes. Par exemple, le programme "Planoscan" du Laser Technolas 217 est gratuit, alors que les autres programmes de ce même Laser (programmes TS, Asphérique, et personnalisé) nécessitent des cartes payantes. Tous les programmes de photoablation des Lasers Allegretto et Schwind Amaris, en particulier les traitements asphériques, sont libres de droits.



Conclusion

Plus qu'une revue détaillée des aspects techniques de tous les Lasers, nous venons de citer les principaux éléments d'une "check-list" que le chirurgien devrait avoir présent à l'esprit pour choisir le Laser sur lequel il souhaite travailler. Il peut être intéressant pour un centre de chirurgie réfractive de disposer de plusieurs Lasers, de manière à profiter des avantages de chaque machine en fonction des différentes indications de chirurgie réfractive. ■

Conflits d'intérêts : aucun

Quel équipement pour l'implantation phaque ?

BÉATRICE COCHENER

Service Ophtalmologie CHU Brest

résumé

Si l'implantation phaque demeure une niche dans les indications de la chirurgie réfractive, il est certain qu'elle représente la meilleure option chirurgicale pour la correction des grandes amétropies, en assurant une réhabilitation visuelle quantitative et qualitative optimale. Elle se heurte cependant à un climat actuel d'impopularité induit par des complications anatomiques sévères qu'on entraîné certain modèles d'implants, surtout de chambre antérieure à appuis angulaires, qui furent source d'une grande déception et d'une grande méfiance face à ce concept. Or l'analyse des causes de ces altérations des tissus intra-oculaires (cornée, iris ou cristallin) résultant de conflits anatomiques indésirables avec l'implant de proximité a conduit à identifier outre le dessin (anses asymétriques) et peut-être le biomatériau inadapté (silicone...) mais surtout l'approximation de la détermination de la taille. Ce facteur peut être considéré comme le paramètre crucial, invitant à introduire au plus vite des outils d'imagerie intraoculaires permettant d'accéder à un calcul sur mesure de l'implant, devenant aussi indispensable à cette chirurgie que la vidéotopographie l'est à la photoablation. Seule l'amélioration de sécurité anatomique assurera le succès et le regain d'intérêt de l'implantation phaque.

mots-clés

Phakic implantation,
Sizing,
Intraocular imaging

Dans ce dossier consacré à l'équipement requis pour la réalisation des chirurgies réfractives dans des conditions optimales, nous nous proposons d'aborder en premier lieu les paramètres à ce jour requis pour procéder à la commande d'un implant phaque ; puis évoqueront les outils requis pour le suivi et enfin les perspectives d'optimisation à court et moyen terme.



Pourquoi le « sizing » parfait est-il crucial ?

Très logiquement la mise en place d'un implant phaque de taille inadaptée va conduire à des rapports anatomiques délétères avec les structures oculaires de voisinage ; ceci d'autant plus que l'implant sera peu flexible (ex GBR-Vivarte Ioltech) et épais de par un indice de réfraction faible (acrylique hydrophile Icare Corneal). Un sous dimensionnement entraînera une rotation de l'implant pouvant occasionner un frottement irien avec dispersion pigmentaire et sera compromettante en cas d'implant torique. Elle pourra également en cas d'implant de chambre postérieure être responsable d'une application de l'implant sur la cristalloïde antérieure du cristallin augmentant ainsi le risque de cataracte. C'est une taille excessive qui sera source d'un plus grand nombre de complications en exposant avec les implants de chambre antérieure à un contact de l'implant avec l'endothélium cornéen et avec les modèles en chambre postérieure à un bombement trop important de la lentille refoulant l'iris en avant et diminuant dangereusement le volume de la chambre antérieure.

Ces erreurs de dimensionnement de l'implant reposent essentiellement sur un calcul basé sur la mesure du diamètre du limbe « le blanc à blanc » qui ne reflètent en rien la réalité des mesures intra-oculaires.



Les implants disponibles

Il est intéressant de considérer le parcours accompli en matière d'implantation phaque qui représente une belle leçon de prudence. Il faut distinguer en premier lieu la naissance des premiers implants phaqes de PMMA (ZB 5M, Nuvita Chiron)



Figure 1 : OCT de segment antérieur d'un œil implanté d'un ICL de chambre postérieure

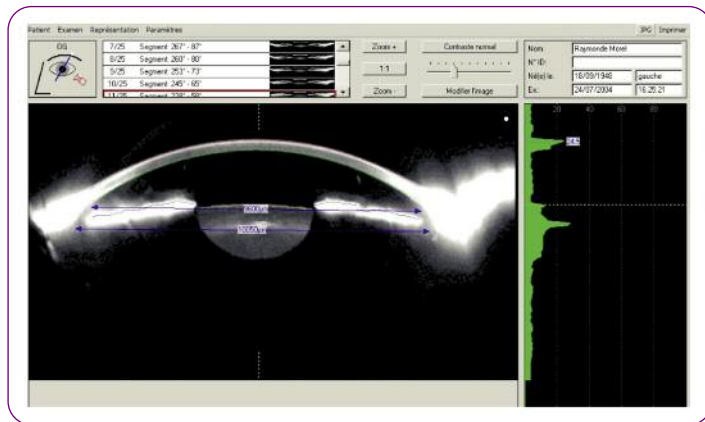


Figure 2 : Scheimpflug : analyseur de segment antérieur (+ densitométrie cristallinienne) préopératoire

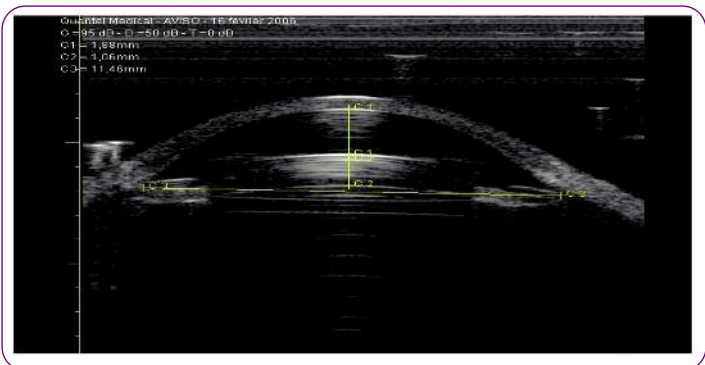


Figure 3 : Echographie haute fréquence (50 MHz) d'un œil implanté d'un ICA à appuis angulaires

à appuis angulaires dans les années 1980 source d'un grand enthousiasme en raison des résultats visuels favorables à l'heure où n'existait que la kératotomie radiaire pour la correction des petites myopies. Or la survenue de complica-

tions à distance sous la forme d'ovalisation pupillaire voire d'altération endothéliale nous a fait comprendre que le retentissement anatomique était insidieux et exigeait un suivi d'au moins 10 ans avant que d'affirmer le caractère inoffensif d'un implant.

Il en a découlé un abandon du concept alors qu'apparaissait l'implant clipé à l'iris de chambre antérieure qui a survécu jusqu'à cette heure.

C'est l'avènement des biomatériaux pliables qui a fait renaître l'espoir il y a une dizaine d'année avec une nouvelle génération d'implants pliables pouvant être introduits par une incision de 3.2 ou 2.8 mm, minimisant le risque infectieux et astigmatogène.

Le pionnier fut représenté par l'implant ICL (Staar) de chambre postérieure fabriqué en collamère synthétique et glissé en arrière de l'iris et devant « valuter » devant le cristallin. 4 générations se sont succédées correspondant à un ajustement de dessin et de courbure associés à un affinement des nomogrammes de calcul afin d'augmenter la précision de calcul et surtout minimiser le risque de cataracte induite. Cet implant a connu ces dernières années une explosion de son marché depuis son homologation FDA et l'alerte lancée concernant les implants souples à appuis angulaires. Ceux-ci représentés par le GBR – Vivarte Ioltech (ainsi que sa version multifocale Newlife) et l'Icare Corneal ont été en effet responsables d'un second courant de déception encore plus marqué compte tenu de la véritable épidémie de chute endothéliale dont ils furent responsables 2 à 4 ans après leur mise en place, de règle associée à un rapprochement anormal de l'implant de l'endothélium par une longueur inadaptée.

Le profil de survenue de ces complications sévères et irréductibles nous a appris que les altérations s'amorcent en périphérie (en regard de la zone d'appui des anses) et qu'il est par conséquent crucial (et aujourd'hui légal) de surveiller ces yeux implantés deux fois par an. Ces deux modèles sont désormais retirés du marché mais sont à l'origine d'un renforcement de la méfiance à l'égard de l'implantation phaque et de la focalisation de la recherche sur le développement de plateformes d'imagerie capable d'accéder aux diamètres intraoculaires. Or il faut souligner que dans ce climat d'inquiétude a cependant survécu l'implant Acrysof « Cachet » de chambre antérieure à appuis angulaires qui avec le même recul que les deux modèles évoqués n'a entraîné aucune complication significative et surtout a démontré un respect de la cornée spectaculaire l'autorisant à obtenir le droit à la commercialisation en Europe. Cette tolérance excellente en dépit d'un sizing réalisé selon le même procédé de mesure blanc à blanc peut être au moins en partie expliquée par une grande souplesse de ses anses symétriques et par l'indice de réfraction élevé du matériau acrylique hydrophobe ($n=1.55$) lui assurant une finesse intéressante.

Il existe enfin deux autres modèles d'implants phaqes également disponibles : le PRL (Zeiss) est un implant de chambre postérieure de silicone destiné « à flotter devant le cristallin ». Introduit peu après l'ICL, il ne connut pas le même degré de diffusion en particulier en raison de cas rapportés de luxation dans le vitré. Le dernier modèle enfin est représenté par la version souple de l'Artisan (Ophtec)- Verisize(AMO) baptisé Acriflex-Veriflex. Séduisant par son injection par une incision de 3.2 contre 5.2 avec son prédécesseur fait de PMMA, il exige cependant une nouvelle courbe d'apprentissage pour sa manipulation et pose le problème de dépôts non rarement rapportés (tantôt pigmentés induits par un probable frottement sur l'iris, ou blanchâtres soupçonnés induits par le biomatériau).



En bref : les implants phaqes disponibles en 2010

- **Artisan (Ophtec)-Verisize (AMO)** : CA clippé à l'iris / PMMA (5.2 mm + iridectomie), versions myopie(+/- toriques) hypermétropie astigmatogène, recul de près de 15 ans, suivi requis
- **Artiflex (Ophtec) – veriflex (AMO)** : CA clippé à l'iris / silicone (3.2 mm + iridectomie), versions myopie (+/- torique) injectable, recul de 4 ans, dépôts ?
- **Acrysof Cachet (Alcon)** : CA à appuis angulaires / acrylique hydrophobe (2.8 mm + non iridectomie), version myopie, injectable, recul 5 ans
- **ICL (Staar)** : chambre postérieure « vault » (iridectomie), version myopie (+/- Torique), hypermétropie recul 10 ans, sécurité endothéliale, cataractogène
- **PRL (Zeiss)** : chambre postérieure « flotte » (iridectomie), version myopie luxation vitré ??



Les paramètres aujourd'hui requis pour une commande d'implant phaque

En dépit de dessin, de matériau et de localisation différents, le calcul d'un implant phaque aujourd'hui repose sur l'intégration d'une liste de paramètres similaires au sein d'un logiciel qui est en ligne pour les principaux modèles décrits. Il est important de souligner qu'en dépit de la preuve faite du caractère approximatif de la mesure du blanc à blanc, cette mesure demeure celle qui est intégrée dans les logiciels et non encore les dimensions intra-oculaires fournies par les outils d'imagerie plus modernes qu'il serait souhaitable d'incorporer dans les meilleurs délais.

Actuellement l'approche de l'implantation phaque exige :

> **la mesure des réfractions** : effectuée après 8 jours au moins du port de lentilles de contact ; souvent difficile à faire accepter chez ces patients porteurs de défaut important ne disposant parfois plus de lunettes inesthétiques et inconfortables.

• **Cycloplégique** : dépistant précisément en particulier l'astigmatisme qui est combiné dans 2/3 des cas aux sphères de plus de 7 dioptries et qui peut-être méconnu chez les patients porteurs de lentilles et corrigés en équivalent sphérique.

• **Manifeste** : mesurée à distance de la dilatation, elle consiste par la méthode du brouillard et du cylindre de Jackson à définir la sphère optimale et le cylindre (en axe et amplitude) permettant d'accéder à « rouge = vert » au test duochrome. C'est cette valeur qui sera le plus volontiers intégrée dans le formulaire de commande de l'implant.

• La correction attendue devra être régulièrement précisée ; visant le plus souvent l'emmétropie avec réfraction 0 ou maintien d'une petite sphère résiduelle en cas de bascule recommandée sur l'œil non directeur d'un patient de la quarantaine.

> **Meilleure acuité visuelle corrigée** : elle servira à informer le patient des ambitions de l'opération en matière de récupération visuelle post opératoire. Elle permettra d'apprécier la sécurité de la chirurgie en constituant le seuil de détermination du nombre de lignes d'acuité gagnées ou perdues après l'intervention.

> **Les kératométries** : il sera important de préciser quelles valeurs seront rapportées dans le document de commande (lues, topographiques ou issues de l'holographie en IOLmaster ou du réfractomètre ; ces deux dernières étant à privilégier).

> **Profondeur de chambre antérieure (PCA)** : sa mesure peut-être obtenue par OCT de segment antérieur, caméra Scheimpflug, interférométrie et ultrasons. Dans tous les cas, il faudra retenir la distance endothélium-face antérieure du cristallin (qui se devra d'être d'au moins 3 mm dans l'implantation de chambre antérieure et de 2.8 mm dans l'implantation en chambre postérieure).

> **Pachymétrie cornéenne** : elle peut être là aussi obtenue par les mêmes instruments d'imagerie précédemment cités : OCT, Ultrasons (demeurant la référence), et topographie d'élévation. Elle pourra être utile à la détermination de la PCA par soustraction de sa valeur à la mesure globale allant de l'épithélium au cristallin.

> **Mesure du « blanc à blanc »** : demeure requise jusqu'à ce jour bien que ses limites soient admises de tous. Elle peut être obtenue par compas en lampe à fente, mais est également accessible par topographie. Outre le défaut d'exactitude de sa mesure, elle ne peut être le reflet des sulcus intraoculaires. Or son rôle est important puisqu'elle influence directement le choix du diamètre global de l'implant phaque.

> **La microscopie spéculaire** : n'appartient pas à la liste des paramètres requis pour la commande d'un implant. Cependant il est absolument nécessaire de vérifier l'intégrité de la cornée

avant de toute implantation phaque. Il faudra ainsi s'assurer que la densité endothéliale est en supérieure ou égale à la moyenne admise comme physiologique selon l'âge du patient et rechercher les signes de souffrance cellulaire en terme de morphologie (hexagonalité et coefficient de variation).

Age	Densité minimale (cellule/mm ²)
21 – 25	2800
26 – 35	2600
36 – 45	2200
≥ 46	2000



Paramètres préopératoires requis

- Réfractions(cyclopégique et manifeste)
- Meilleure acuité visuelle corrigée
- Kératométrie
- Profondeur de Chambre antérieure (endothélium-cristalloïde antérieure)
> 3 mm ICA et > 2.8 mm ICP
- Pachymétrie
- Blanc à blanc > 11 mm
- Microscopie spéculaire



L'imagerie intra-oculaire

Même si les mesures que procurent les nouveaux outils d'imagerie ne sont pas encore intégré dans la calcul de la taille de l'implant ils s'affichent cependant comme déjà indispensables à la pratique sécurisée de l'implantation phaque. Ils appartiendront à la fois à l'étape préopératoire dans la détection des contre-indications anatomiques à cette chirurgie et dans le suivi postopératoire dans l'évaluation des conflits entre l'implant et les structures oculaires de voisinage. Avec des dimensions de précisions variables, les plateformes d'imagerie

aujourd'hui disponibles permettent d'accéder aux mesures des angles (iridocornéen et iridocristallinien), des diamètres intraoculaires (angle à angle en avant de l'iris et sulcus à sulcus en arrière de l'iris), et des surfaces voire volumes des divers espaces intra-oculaires.

■ Les outils disponibles

Evoquons les spécificités de chacun des concepts dans leur fonctionnement général et dans les mesures auxquelles ils accèdent.

- **Caméra Scheimpflug** : elle représente l'analyseur de segment antérieur (Nidek EAS) et équipe le Pentacam (Oculus) qui la combine à une topographie d'élévation par le balayage de fentes lumineuses holographiques rotatives. Le principe Scheimpflug est très schématiquement capable de rendre une image issue de plans différents. Pionnière dans la visualisation du segment antérieur, elle est séduisante par la facilité d'obtention de mesures automatisées. Ses limites essentielles sont de ne pas mettre en évidence précisément l'angle iridocornéen et de ne pas dépasser la chambre antérieure. Elle permet en revanche de mesurer les distances séparant l'implant du cristallin et de la cornée et calculer une densitométrie du cristallin donnant une approximation de sa transparence.

- **OCT de segment antérieur** : constitue une grande avancée en matière d'exploration oculaire. Basée sur un principe d'interférométrie basse cohérence, son accès au segment antérieur fut d'abord obtenu par une défocalisation de l'OCT adapté pour l'examen de la rétine en obtenant un zoom sur la cornée. Le changement de la longueur d'onde la lumière InfraRouge d'irradiation à 1310 nm a permis d'élargir le champ d'exploration à l'ensemble du segment antérieur avec une résolution optique d'environ 20 µm en autorisant ainsi l'accès à des mesures de dimensions intraoculaires (distances et surfaces) avec une grande facilité de réalisation de l'examen. Sa principale limite repose sur l'impossibilité de traverser les tissus pigmentés en dehors d'une situation de dilatation pupillaire, ne permettant pas ainsi d'étudier un implant postérieur pré-cristallinien. Il existe plusieurs modèles disponibles dont l'OCT Visante (Zeiss) et celui d'Heidelberg (Topcon). Citons également le Lenstar IM 900 (Haag Streit) qui permet une mesure simultanée de la longueur axiale, profondeur de chambre antérieure, pachymétrie, diamètre blanc à blanc et kératométrie.

- **Echographie ultrasons haute fréquence** : ce sont en effet dans les 50 MHz qu'ont peu été obtenues les images attendues avec l'intérêt de pouvoir traverser l'iris et ainsi d'explorer la hauteur à un fonctionnement en immersion et un coût important, se sont développés des transducteurs plus abordables travaillant à la même fréquence mais sur des sondes semi-fermées (citons les machines HighScan (Opticon), Aviso (Quantel), VuMax (Sonomed) et IsoScan (Corneal); l'UBM de Paradigm ne pouvant réaliser une exploration d'angle à angle

mais proposant un zoom sur l'angle iridociliaire). La limite essentielle de l'imagerie ultrasonore repose sur la délicatesse de sa manipulation qui exige une courbe d'apprentissage spécialisée.

■ Leur application actuelle

En premier les divers travaux conduits à l'heure de l'introduction de ces différentes machines ont permis de confirmer que la mesure du diamètre limbe à limbe n'était pas superposable aux diamètres intraoculaires avec d'une part très régulièrement une orientation verticale pour le plus grand et non horizontal au contraire du diamètre cornéen et d'autre part avec une tendance à la surestimation pouvant aller jusqu'à 2 mm. Au stade de l'évaluation préopératoire, outre les dimensions évoquées, il faut ajouter l'introduction d'un nouveau paramètre que constitue l'étude de la conformation de l'insertion irienne et de la courbure de l'iris permettant de dépister un iris plateau ou au contraire trop bombé (« en trompette » plutôt qu'en équerre) pouvant exposer un implant phaque à des frottements délétères ou des appuis nuisibles sur cet iris. Cet en particulier sur l'OCT Visante qu'a été quantifié ce facteur sous la forme de « la flèche irienne » (dont la valeur seuil est estimée à 300 microns). Avec cette machine a été mis au point un logiciel de simulation réservé à l'implant clippé à l'iris dont le dessin modélisé connu peut être inséré dans l'image et ainsi approcher la simulation préopératoire.

Au stade de l'évaluation postopératoire, les distances séparant l'implant de la cornée et du cristallin sont accessibles à tous les systèmes d'imagerie. Plus délicats en revanche sont les mesures des angles en raison de l'artefact qu'induisent la présence des haptiques dans l'angle (antérieur ou postérieur) et sur le défaut de définition des images dans cette région (surtout en Scheimpflug) qui rend difficile l'appréciation du positionnement et du retentissement de l'implant. Une distance si possible est également intéressante à apprécier, celle qui sépare l'équateur de l'implant de la cornée car plus que la distance centrale endothélium-optique, elle se situe à un endroit de potentiel plus grand conflit, puisque localisée là où l'optique s'arrête et la cornée se courbe ; elle devrait être de 1.1 mm au minimum. A titre hélas rétrospectif, l'imagerie intra-oculaire pratiquée sur les yeux implantés présentant des suites défavorables inattendues (altération endothéliale, rotation d'implant, synéchies iriennes ou ovalisation...) permet d'affiner le bilan étiologique et d'identifier que dans bon nombre de cas, une taille inadaptée de l'implant est en cause.

Notons que cette évaluation intra-oculaire appartient désormais à l'arsenal du suivi obligatoire et qu'à chaque nouvelle génération d'implant doit être engagée une nouvelle évaluation étroite de son comportement dans l'œil.

■ Les perspectives de demain

Il n'est désormais plus concevable d'aborder l'implantation phaque sans disposer d'un des outils d'imagerie évoquée (sachant encore une fois qu'en matière d'implantation en chambre postérieure, seule l'échographie à haute fréquence sera capable d'accéder à cet espace délicat, plus fluctuant encore que la chambre antérieure sous l'effet des variations de l'accommodation).

Sans nul doute et dans les meilleurs délais possibles les dimensions intra-oculaires seront intégrés dans les nomogrammes de calcul dans le souci d'affiner et de personnaliser le calcul de l'implant.

Cependant il demeure à démontrer quel système se rapproche au mieux de la réalité anatomique des espaces mesurés. Les règles d'utilisation ainsi que les paramètres requis pour évaluer le calcul de l'implant et sa sécurité devraient être enseignés dans le cadre de l'apprentissage des chirurgiens à la mise en place de chaque modèle d'implant.

Des projets de développement d'importance sont actuellement en cours de recherche, tel que l'intégration de la cinétique d'accommodation permettant une mesure dynamique de l'effet intraoculaire de l'implant sous la mise en action du jeu pupillaire, de la contraction du corps ciliaire et de la zonule. Au long cours également pourra être approché l'évolution des rapports anatomiques sous l'effet de vieillissement du cristallin. Plus ambitieux encore sont amorcés des projets de reconstruction 3 D du globe oculaire permettant de précisément mesurer le positionnement de l'implant dans l'œil en temps réel et par là même d'aborder la simulation préopératoire de l'implant à partir de la connaissance de la morphologie exacte de ce dernier venant se placer dans les espaces oculaires reconstruits en 3 dimensions. Ce niveau d'exactitude et d'anticipation serait idéal à la détermination du modèle et de la taille idéale d'un implant phaque pour une sécurité optimale garante du succès de cette technique chirurgicale. ■

Conflits d'intérêts : aucun

RÉFÉRENCES

- 1: Lovisolo CF, Reinstein DZ. Phakic intraocular lenses. *Surv Ophthalmol*. 2005 Nov-Dec;50(6):549-87. Review
- 2: Baïkoff G, Bourgeon G, Jodai HJ, Fontaine A, Lellis FV, Trinquet L. Pigment dispersion and Artisan phakic intraocular lenses: crystalline lens rise as a safety criterion. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Apr;31(4):674-80.
- 3: Bechmann M, Ullrich S, Thiel MJ, Kenyon KR, Ludwig K. Imaging of posterior chamber phakic intraocular lens by optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2002 Feb;28(2):360-3.
- 4: Baumeister M, Bühren J, Schnitzler EM, Ohrloff C, Kohnen T. [Scheimpflug photographic imaging following implantation of anterior and posterior chamber phakic intraocular lenses: preliminary results]. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2001 Feb;218(2):125-30. German.
- 5: Trindade F, Pereira F, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic imaging of posterior chamber phakic intraocular lens. *J Refract Surg*. 1998 Sep-Oct;14(5):497-503.
- 6: Pérez-Torregrosa VT, Menezo JL, Harto MA, Maldonado MJ, Cisneros A. Digital system measurement of decentration of Worst-Fechner iris claw myopia intraocular lens. *J Refract Surg*. 1995 Jan-Feb;11(1):26-30.

A G E N D A

Chirurgie Palpébrale

Journée de chirurgie en direct

Organisée par le Dr Philippe Imbert

- Entropions
- Ectropions
- Ptosis
- Reconstructions palpébrales

Clinique du Parc - Toulouse
Samedi 30 Janvier 2010

Interventions de 8h00 à 17h30

Chirurgiens Oculoplasticiens Intervenant :

JP. ADENIS (Limoges), O. GALATOIRE (Paris), Ph. IMBERT (Toulouse), J. LAGIER (Nice), E. LONGUEVILLE (Bordeaux), T. MALET (Marseille), JM. RUBAN (Lyon), M. TAZARTES (Paris)

Inscription et Renseignements

Inscription pour la journée : 100€ Chèque à l'ordre de : ADOP (Association pour le Développement de la Clinique du Parc)
Ce tarif comprend : les pauses-café / le déjeuner / le DVD des interventions filmées

Renseignements :

Secrétariat du Docteur Ph. IMBERT
Clinique du Parc - 105, rue Achille Viadieu - 31400 Toulouse
Tél. : 05 61 36 65 10



ASSOCIATION DE PERFECTIONNEMENT OPHTHALMOLOGIQUE DE PARIS

31^e SYMPOSIUM ANNUEL

FMC
N° d'agrément en cours

OPHTALMO-PÉDIATRIE

Directrice scientifique :
Professeur Claude SPEEG-SCHATZ

Conférenciers :
Pr D. BREMOND-GIGNAC, Pr J.L. DUFIER, Dr P. DUREAU
Dr M.A. ESPINASSE-BERROD, Pr A. PECHEREAU
Pr C. SPEEG-SCHATZ

Coordonnateurs :
Pr C. CREUZOT-GARCHER, Dr Y. LACHKAR
Pr P. MASSIN, Dr A. SALVANET

VENDREDI 8 ET SAMEDI 9 JANVIER 2010

HÔTEL THE WESTIN - 3, RUE DE CASTIGLIONE, 75001 PARIS

Kiosque : revue de presse internationale



L'uvéie, le nouveau Graal pour les glaucomes ?

Classiquement les parties de l'œil qui concernent le plus le glaucomatologue sont le nerf optique et le trabéculum. Mais les connaissances acquises au fil des ans ont débordé sur la rétine puisque l'on évoque clairement aujourd'hui la rétinopathie glaucomateuse au même titre que la rétinopathie des prématurés ou du diabétique⁽¹⁾.

La cornée n'est pas en reste non plus et l'épaisseur cornéenne fait maintenant partie de l'examen du glaucomateux comme le champ visuel et l'examen de la papille. Les données plus complexes sur l'hystérèse cornéenne avec l'ORA (Ocular Response Analyzer) se développent également.

La sclère a reçu également son coup de projecteur avec tout ce qui touche à la biomécanique de l'œil et les contraintes ainsi imposées au nerf optique.

Quant au cristallin son rôle est tellement croissant que finalement son extraction a pu conduire certains auteurs à affirmer que l'opération antiglaucomateuse la plus pratiquée dans le monde est la chirurgie de la cataracte ! Mais c'est bien avec un nouveau venu plutôt inattendu qu'il faudra compter

ALAIN BRON

Service d'Ophtalmologie, CHU - Dijon

désormais, la choroïde ! Certes la partie antérieure de l'uvéie avec l'iris et le corps ciliaire étaient sur le plan anatomique pour l'angle irido-cornéen et sur le plan physiologique pour la sécrétion de l'humeur aqueuse dans les préoccupations des glaucomatologues, mais la choroïde...

Retour en arrière en 2003. Quigley publie un article princeps sur une meilleure compréhension des glaucomes par fermeture de l'angle⁽²⁾. En se basant sur la littérature passée et sur une réflexion personnelle il souligne que dans le glaucome malin et la nanophthalmie une faible augmentation de l'épaisseur de la choroïde conduit à une poussée antérieure du vitré ; dans une certaine mesure ces considérations sur des présentations extrêmes aident à mieux comprendre certains mécanismes des glaucomes par fermeture de l'angle, voire ceux dits à angle ouvert. A l'époque cependant les moyens d'imagerie sont trop limités dans leur définition pour apprécier finement les variations de la choroïde. De nos jours l'avènement de l'OCT en spectral domain a bouleversé nos vues (*Figure 1*).



Atrophie choroïdienne et glaucome à angle ouvert

En modifiant légèrement l'acquisition des images, Spaide a sélectionné des patients avec une épaisseur choroïdienne inférieure à 125 microns⁽³⁾. Ce chiffre a été choisi car dans une étude antérieure le même auteur avait mesuré une épaisseur moyenne de la choroïde de $287 \pm 76 \mu$ ⁽⁴⁾. Ainsi 125 μ se situe sous les deux écarts type par rapport à cette moyenne et a été choisi arbitrairement comme limite. Au total 17 patients ont été évalués et parmi eux, 6 soit un bon tiers avait un glaucome primitif à angle ouvert connu. Tous ces yeux glaucomateux sans signe de dégénérescence maculaire liée à l'âge présentaient également une atrophie péripapillaire. L'atrophie péripapillaire bêta est maintenant bien connue comme étant plus fréquente chez le glaucomateux et de surface plus importante ; de plus c'est un possible signe de progression du glaucome quand elle augmente dans le temps. Or la vascularisation de la portion prélaminaire de la lame criblée provient de la choroïde. Il s'agit certes d'une étude préliminaire sur un nombre restreints de patients, mais néanmoins l'atrophie choroïdienne comme facteur de risque de glaucome est un point intéressant de cette étude. Il faudra bien

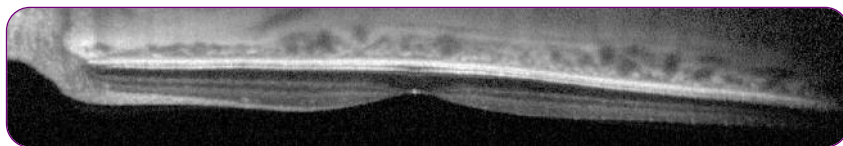


Figure 1 : Image acquise par un OCT spectral domain selon la technique décrite par R Spaide⁽⁵⁾. L'image est inversée et la choroïde bien visible.

entendu d'autres études mieux étayées et sur des cohortes plus grandes pour avoir confirmation.

Iris et fermeture de l'angle

En utilisant l'OCT de segment antérieur, Quigley et collaborateurs ont étudié la surface de l'iris chez des patients porteurs d'une fermeture de l'angle au jour et à l'obscurité. Ils ont pu noter que

la surface de l'iris est plus importante dans les yeux avec fermeture de l'angle que dans les yeux normaux⁽⁵⁾. Les auteurs émettent l'hypothèse que l'iris se gorgerait d'humeur aqueuse et que un peu à la manière d'une éponge, l'iris dans les fermetures de l'angle aurait beaucoup plus de mal à s'essorer et provoquerait les complications que l'on connaît bien. Il faut noter qu'une étude similaire a été effectuée à Lyon par le Dr Aptel et le Pr Denis ; ils ont cette fois évalué le volume de l'iris et non plus la surface dans l'obscurité et après dilatation pharmacologique. Ce travail

a fait l'objet d'une présentation à la Société Française de Glaucome à Paris en mai 2009 et a été primé.

Ainsi les nouvelles techniques d'imagerie aussi bien du segment antérieur que du segment postérieur et les astuces ajoutées des chercheurs n'ont pas fini de nous étonner et de mieux nous faire comprendre certains mécanismes physiopathologiques dans les glaucomes. ■

Conflits d'intérêts : aucun

RÉFÉRENCES

1. Pang IH, Clark AF. Rodent models for glaucoma retinopathy and optic neuropathy. *J Glaucoma* 2007;16:483-505.
2. Quigley HA, Friedman DS, Congdon NG. Possible mechanisms of primary angle-closure and malignant glaucoma. *J Glaucoma* 2003;12:167-80.
3. Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2008;146:496-500.
4. Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol* 2009;147:811-5.
5. Quigley HA, Silver DM, Friedman DS, He M, Plyler RJ, Eberhart CG, Jampel HD, Ramulu P. Iris cross-sectional area decreases with pupil dilation and its dynamic behavior is a risk factor in angle closure. *J Glaucoma* 2009;18:173-9.

RENCONTRES...



Lancement du Crystalens HD™ par quart de dioptrie

À l'occasion du 1^{er} anniversaire de l'approbation par la FDA du **Crystalens HD™**, **Bausch & Lomb** étend sa gamme et lance le Crystalens HD par **quart de dioptrie**.

- Le Crystalens HD est le seul implant accommodatif agréé FDA disponible par incrément de 0.25D.
- A la différence des implants standards, le Crystalens HD peut traiter à la fois la cataracte et la presbytie.
- Le Crystalens HD est conçu pour mimer le fonctionnement du cristallin naturel afin de procurer aux patients une excellente quantité de vision de près, à distance intermédiaire et de loin sans compromettre la qualité de vision.
- Le Crystalens HD permet de réduire ou d'éliminer la dépendance aux lunettes.

www.crystalens.com et www.bauschsurgical.com

D'après un communiqué de presse de Bausch&Lomb

EBC MEDICAL présente iVue : le nouvel OCT d'Optovue

L'OCT est devenu l'outil indispensable pour le diagnostic et le suivi de la DMLA et du glaucome. **L'iVue d'Optovue** rassemble toutes les qualités techniques nécessaires en pratique ophtalmologique quotidienne et offre une utilisation optimale de la technologie OCT à un coût maîtrisé. Les fonctionnalités de l'iVue en font l'outil de diagnostic et de suivi essentiel dans la pratique clinique courante :

- OCT spectral Domain,
- base de données Rétine et Glaucome,
- combinaison de scan Rétine/Glaucome/Cornée,
- logiciel simplifié pour une utilisation clinique quotidienne,
- capture facilitée par l'image « Live En-Face »,
- encombrement réduit, il peut être relié à un PC portable,
- amovible et portable, il peut être utilisé pour un usage pédiatrique,
- des pédales de contrôle facilitent l'examen et les échanges avec le patient, etc...

L'iVue sera commercialisé en France, dès la mi-octobre 2009, par **EBC MEDICAL**. Pour plus d'informations, contactez le **01.60.19.66.14**.



D'après un communiqué de presse de EBC Médical

Les Macroanévrismes Rétiniens Acquis

LAURENT KODJIKIAN

CHU Croix-Rousse, Lyon

Résumé:

Les macroanévrismes rétiniens acquis représentent une pathologie de la personne âgée, à prédominance féminine, et sont fortement associés à l'hypertension artérielle et à l'artériosclérose. La forme de présentation classique est de diagnostic facile. Les principaux diagnostics différentiels sont les télangiectasies rétiniennes, l'angiomatose rétinienne, la rétinopathie diabétique, la DMLA, les occlusions veineuses et l'hémangiome caverneux. Les macroanévrismes peuvent être à l'origine de troubles visuels soit par hémorragie, soit par exsudation (œdème maculaire, exsudats, DSNE), soit par occlusion de l'artère qui le porte. Le traitement, s'il est indiqué, consiste en une photocoagulation directe et/ou indirecte. Il permet de raccourcir la durée de vie du macroanévrisme et entraîne une résorption de l'œdème rétinien.

Introduction

La plus grande majorité des macroanévrismes sont artériels et apparaissent dans un contexte de maladies cardio-vasculaires. Il existe également des macroanévrismes capillaires et veineux, qui restent néanmoins bien plus rares. Ils ne seront pas évoqués ici. Le macroanévrisme artériel correspond à l'ectasie acquise

d'une artériole rétinienne, en général sur une branche de 3^{ème} ordre ou moins, au niveau d'une bifurcation ou d'un croisement artério-veineux. Il fut décrit pour la première fois en 1880 par Loring^[1].

Epidémiologie

Il survient en général chez des patients âgés de plus de 60 ans, en moyenne autour de 70 ans^[2],^[3]. Il existe une prédominance féminine. Dans une étude multicentrique américaine, la féminisation était de 75%^[4]. Le taux était de 71% pour Palestine et coll.^[2], 80% pour Rabb et coll.^[3]. Il est associé par ailleurs à l'artériosclérose, l'hypertension artérielle (60 à 80%)^[2,3,4,5], l'hyperlipidémie, l'obésité et la thrombose veineuse rétinienne^[5]. A l'opposé, peu de diabétiques sont atteints de macroanévrismes artériels^[3].

Diagnostic positif

Bien que la baisse d'acuité visuelle soit le mode de présentation le plus fréquent, les patients porteurs d'un macroanévrisme artériel peuvent être asymptomatiques, et l'anomalie peut n'être trouvée que par un examen



Figure 1 : Aspect de résidu d'hémorragie sous rétinienne entourant un macroanévrisme artériel. Il existe de nombreux exsudats maculaires à disposition radiaire ainsi qu'un DSR maculaire.

systématique du fond d'œil. Le macroanévrisme artériel est à prédominance unilatérale dans la plupart des séries publiées dans la littérature. Dans la série de Rabb et coll. plus des 90% des patients n'ont qu'un seul œil concerné^[3]. Il est unique dans 80 % des cas et se situe en général sur les artères temporales^[3]. Un biais peut être dû au fait que les macroanévrismes nasaux sont possiblement moins symptomatiques.

Le macroanévrisme est classiquement rond (sacculaire) ou fusiforme. Il peut être pulsatile dans 10 % des cas^[3,6]. Selon l'état de sa paroi, il est soit rouge, soit jaunâtre soit grisâtre et peut même devenir translucide s'il n'est plus perfusé. Le macroanévrisme non compliqué n'est pas responsable d'une rupture de la barrière hémato-rétinienne et n'entraîne par conséquent ni œdème ni hémorragie. L'œdème rétinien est composé d'exsudats lipidiques dans 70% des cas^[3], circonscrits autour du macroanévrisme ou non^[7], avec atteinte de la région maculaire dans 30 à 45% des cas^[8,9] (Figure 1). Il peut y avoir

mots-clés

Macroanévrisme, Hypertension artérielle, Artériosclérose

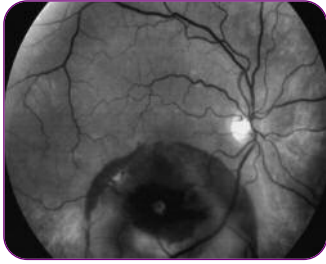


Figure 2 : MA artériel temporel inférieur avec une part d'hémorragie sous-rétinienne (pas de masquage des vaisseaux rétinien) polaire postérieure affleurant la macula et une part d'hémorragie pré-rétinienne centrale.

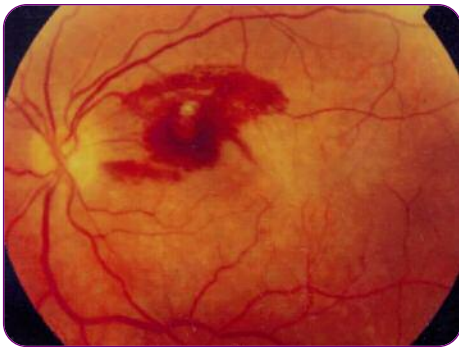


Figure 3 : MA artériel réalisant un aspect en verre de montre, décrivant une hémorragie à la fois sous- et pré-rétinienne.

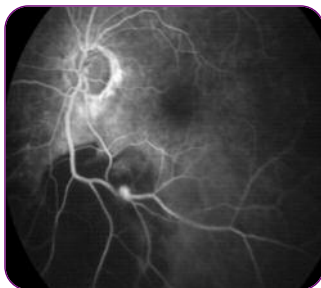


Figure 4 : macroanévrisme veineux au niveau de la veine temporale inférieure au temps intermédiaire de l'angiographie à la fluorescéine

également un décollement de la rétine neuro-sensorielle, le plus souvent associé à un oedème, des exsudats ou des hémorragies. Quand le macroanévrisme est proche de la fovéa, le décollement de rétine peut alors être responsable d'une chute de l'acuité

visuelle. Une composante hémorragique intra-rétinienne est retrouvée dans 30 à 80% des cas^[7, 9] autour du macroanévrisme, de taille équivalente à un diamètre papillaire souvent (**Figure 2**). Dans 10 à 30% des cas, une composante sous-rétinienne, pré-rétinienne (également appelée rétro-hyaloïdienne) ou intra-vitréenne est surajoutée. Le classique aspect en verre de montre a été introduit par Schatz et coll.^[4] pour décrire une hémorragie à la fois sous- et pré-rétinienne, présente dans 39% des cas (**Figure 3**). Les hémorragies sous-rétiniennes peuvent simuler une dégénérescence maculaire liée à l'âge exsudative ou un mélanome choroïdien et présentent un pronostic visuel plus mauvais, de par la destruction des cellules des 2 couches de la rétine. Les hémorragies intra-vitréennes, secondaires à une rupture d'un macroanévrisme, ont été rapportées dans 10% des cas^[3]. La récurrence hémorragique est rare pour un même macroanévrisme. Le macroanévrisme artériel se remplit aux temps artériels précoces de l'angiographie à la fluorescéine (**Figure 4**). Une diffusion du colorant existe de façon modérée aux temps tardifs en cas de rupture de la barrière hémato-rétinienne. Le macroanévrisme peut être entouré de capillaires dilatés qui s'accompagnent éventuellement de territoires de non-perfusion capillaire. L'artère peut être rétrécie ou zigzaguer à l'endroit du macroanévrisme. Cet indice est primordial en présence d'une hémorragie rétinienne dont on ne trouve pas la cause. Il signe la présence préalable d'un macroanévrisme, s'étant très probablement thrombosé spontanément après l'hémorragie. En cas d'hémorragie pré-, sous- ou intra-rétinienne dense, il existe un effet masque à l'angiographie à la fluorescéine, empêchant tout diagnostic étiologique. Townsend-Pico et coll. ont montré que l'angiographie au vert d'indocyanine permet alors le diagnostic.^[10]



Evolution et pronostic

Les macroanévrismes rétiniens artériels peuvent rester stationnaires pendant une longue période. La plupart des macroanévrismes vont néanmoins régresser spontanément en se thrombosant^[9], surtout après hémorragie. Il arrive que cette thrombose du macroanévrisme s'accompagne de la thrombose de l'artère qui le porte^[7], responsable alors d'un scotome irréversible voire d'une baisse d'acuité visuelle sévère. L'œdème maculaire chronique est une cause de baisse centrale sévère de l'acuité visuelle, par dégénérescence kystique de la macula ou par trou maculaire lamellaire secondaire. Lavin et coll. rapportent que 15% des macroanévrismes compliqués d'œdème maculaire évoluent vers une acuité visuelle inférieure ou égale à "compter les doigts"^[9]. Les hémorragies intra-rétiniennes se résorbent en général sans séquelles, la membrane épirétinienne secondaire étant rare. De même, les hémorragies vitréennes se résorbent sans séquelles en 6 à 10 semaines. Des myodesopsies peuvent éventuellement persister. Les hémorragies sous-rétiniennes sont toxiques pour les photorécepteurs et l'épithélium pigmentaire, responsable d'une rétine tigrée, bien visible à l'angiographie. Les séquelles du macroanévrisme sont donc l'œdème maculaire cystoïde chronique, les remaniements de l'épithélium pigmentaire, les cicatrices fibrogliales centrales, le trou lamellaire, la rétraction de la limitante interne, l'occlusion artérielle et l'hémorragie vitréenne persistante.



Diagnostic différentiel

Le macroanévrisme peut imiter d'autres maladies et reste souvent en pratique

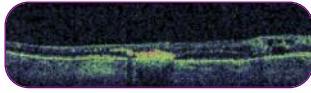


Figure 5 : Coupe OCT time domain de 2^{ème} génération montrant la cicatrice rétinienne profonde d'un macroanévrisme photocoagulé

un diagnostic angiographique, la clinique n'ayant pas pu trancher. Les principaux diagnostics différentiels sont ^[5] :

- **La dégénérescence maculaire liée à l'âge:** l'angiographie, démontrant la présence de néovaisseaux choroïdiens et l'absence de macroanévrisme, permet de déterminer l'origine exacte de la maculopathie hémorragique et/ou exsudative.

- **Occlusion veineuse:** les gros microanévrismes secondaires à une occlusion veineuse se situent, non sur l'artère, mais sur le réseau des capillaires ou des veinules. Par ailleurs, un vrai macroanévrisme artériel ou veineux peut survenir lors d'une thrombose veineuse. Il ne s'agit probablement pas d'une association fortuite, mais l'on ne peut dire actuellement s'il existe un lien de cause à effet entre ces deux pathologies et dans quel sens.

- **La rétinopathie diabétique:** il s'agit de microanévrismes capillaires dans un cadre de rétinopathie en général bilatérale et disséminée.

- **Les télangiectasies rétinienne:** il s'agit de microanévrismes capillaires et non de macroanévrismes sur une artère.

- **L'angiomatose de Von Hippel-Lindau:** il s'agit, non d'un anévrisme situé sur une artère, mais d'un angiome formé de multiples capillaires, ayant des vaisseaux nourriciers dilatés et tortueux. L'affection se situe souvent dans un contexte familial et général très différent de celui du macroanévrisme.

- **La maladie de Coats:** l'âge, le sexe, la multiplicité des anévrismes et l'importance des altérations capillaires permettent de distinguer cette affection du macroanévrisme.

- **L'hémangiome caverneux :** les ectasies vasculaires sont multiples. Elles se remplissent lentement à l'angiographie. Elles sont stables et n'entraînent, classiquement, ni exsudation ni hémorragie.

- **Le mélanome malin:** l'hémorragie profonde sous-rétinienne peut être confondue avec un mélanome. Le diagnostic exact sera posé à l'aide de l'angiographie et surtout de l'écho-graphie oculaire en mode B.

- **La membrane épirétinienne « idiopathique » :** l'hémorragie pré-rétinienne du macroanévrisme peut être à l'origine d'une membrane épirétinienne secondaire. L'anamnèse, l'examen au verre à 3 miroirs et l'angiographie permettent de poser le diagnostic correct, sauf si le macroanévrisme s'est thrombosé et a disparu. Dans ce cas, l'irrégularité ou la présence d'un zigzag artériel permet un diagnostic de présomption.

Traitement

Il faudra bien entendu rechercher et contrôler au mieux tous les facteurs de risque cardio-vasculaires du patient, entre autre l'hypertension artérielle. Le but du traitement est d'obtenir l'occlusion du macroanévrisme sans thromboser l'artère qui le porte. Lavin et coll ont montré que le traitement par

photocoagulation laser raccourcissait significativement la durée d'existence du macroanévrisme, permettant ainsi d'accélérer la résorption de l'œdème, des exsudats et de diminuer le risque hémorragique [9]. Les indications sont donc représentées par certaines complications liées aux macroanévrismes, à savoir l'œdème maculaire cystoïde ou focal et le décollement séreux rétinien [11]. Ainsi un macroanévrisme situé en nasal ou à distance de la macula présente très peu de risque pour la fovéa et ne nécessite donc pas de traitement. Par ailleurs, une hémorragie vitréenne récidivante, quoique très rare à partir du même macroanévrisme, mérite un traitement. Le traitement est soit direct (impacts sur le macroanévrisme) (Figure 5) soit indirect (impacts autour du macroanévrisme, en effleurant celui-ci). Certains auteurs ont préféré coaguler directement le macroanévrisme [7,8,9]. Une occlusion d'une branche artérielle a été rapportée à la suite de l'application de 4 impacts directement sur un macroanévrisme [7,9,12]. D'autres auteurs considèrent que le traitement indirect est aussi efficace mais diminue le risque d'occlusion de l'artère porteuse. [5, 13, 14] François a utilisé un laser argon, avec des spots de 100 µm, 0.2 secondes et

de 200 à 300 mW [13]. La cicatrice est apparue en 3 mois et le macroanévrisme a disparu en 7 mois, les exsudats en 12 mois. Van Nouhuys et Deutman ont traité 5 patients avec un laser argon, utilisant des impacts de 200 µm et de 200 à 300 mW [14]. Trois patients ont eu une photocoagulation directe, deux une photocoagulation indirecte. Quatre patients ont une amélioration de leur acuité visuelle. Rabb et coll proposent une taille de spots de 500 µm, une durée de 0.2 secondes et une puissance énergétique minimale [3]. Verougstraete et Leroy proposent quant à eux d'utiliser non pas l'argon ou un krypton jaune, mais plutôt le krypton rouge [5]. Il pourrait en effet diminuer le risque d'occlusion de l'artère porteuse et de rétraction iatrogène de la limitante interne, complication qui se voit surtout en cas de surdosage. Si après quelques séances de traitement indirect espacées de 1 à 2 mois, le macroanévrisme ne régresse pas, Verougstraete et Leroy proposent de réaliser alors un traitement direct. [5] ■

Conflits d'intérêts : aucun

RÉFÉRENCES

1. Loring FB. Pedicular anatomical development of one of the central arteries of the retina. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1880;16:40-42
2. Palestine AG, Robertson DM, Goldstein BG. Macroaneurysms of the retinal arteries. *Am J Ophthalmol* 1982;93:164-171
3. Rabb MF, Gagliano DA, Teske MP. Retinal arterial macroaneurysms. *Surv Ophthalmol* 1988;33:73-96
4. Schatz H, Gitter K, Yannuzzi L, Irvine A. Retinal arterial macroaneurysms: a large collaborative study. Presented at the american academy of ophthalmology annual meeting, Chicago, November 1980
5. Verougstraete C, Leroy CP. Le macroanévrisme artériel. *Bull Soc Belge Ophtalmol* 1991;240:65-77
6. Shults W, Swan K. Pulsatile aneurysms of the retinal arterial tree. *Am J Ophthalmol* 1974;77:304-309
7. Pantan R, Goldberg M, Farber M. Retinal arterial macroaneurysms: risk factors and natural history. *Br J Ophthalmol* 1990;74:595-600
8. Abdel-Khalek M, Richardson J. Retinal macroaneurysm: natural history and guidelines for treatment. *Br J Ophthalmol* 1986;70:2-11
9. Lavin M, Marsh R, Peart S, Rehman A. Retinal arterial macroaneurysms: a retrospective study of 40 patients. *Br J Ophthalmol* 1987;71:817-825
10. Townsend-pico WA, Meyers SM, Lewis H. Indocyanine green angiography in the diagnosis of retinal arterial macroaneurysms associated with submacular and preretinal hemorrhages: a case series. *Am J Ophthalmol* 2000;129:33-37
11. Gass JDM. Options in the treatment of macular diseases. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1972;92:449-468
12. Russell SR, Folk JC. Branch retinal artery occlusion after dye yellow photocoagulation of an arterial macroaneurysm. *Am J Ophthalmol* 1987;104:186-187
13. François J. Acquired macroaneurysms of the retinal arteries. *Int Ophthalmol* 1979;1:153-161
14. Van Nouhuys E, Deutman AF. Argon laser treatment of retinal macroaneurysms. *Int Ophthalmol* 1980;2:45-53

Sémiologie du film lacrymal

IVAN DE MONCHY, MARC LABETOULLE

Service d'Ophtalmologie

Hôpital de Bicêtre, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris,
Le Kremlin-Bicêtre

Le film lacrymal constitue la deuxième ligne de défense de la surface oculaire après les paupières^[1]. Chaque couche du film lacrymal a une fonction bien définie qu'il est nécessaire de connaître afin de mieux comprendre les sécheresses oculaires.

La couche lipidique, sécrétée par les glandes de Meibomius, a pour fonctions : de limiter l'évaporation des larmes, favoriser l'étalement du film lacrymal assurant sa stabilité, lisser le dioptre cornéen assurant une bonne qualité de vision, protéger le film lacrymal d'une contamination par la sueur ou le sébum et enfin de lubrifier l'interface œil / paupières. **La couche aqueuse** constitue la couche la plus épaisse du film lacrymal^[1]. Elle est principalement constituée d'eau (98%) et de mucines, d'électrolytes conférant une osmolarité de 304mOsm/L, des facteurs de croissance, de protéines anti-inflammatoires et d'immunoglobulines. Elle assure des fonctions de défense et nutrition de la surface oculaire^[2]. **La couche mucineuse** est constituée de mucines (principalement MUC 5AC), sécrétées par les cellules caliciformes, rendant hydrophile la surface oculaire. Elle permet l'adhésion du film lacrymal et participe à sa stabilité.

Diagnostic clinique de la sécheresse oculaire^[3,8]

Une démarche **standardisée et validée est nécessaire** pour en faire un diagnostic précis. L'international Dry Eye WorkShop a défini en 2007 des recommandations pour le diagnostic de sécheresse oculaire (**tableau 1**)^[4].

■ Histoire clinique et signes fonctionnels^[8]

L'interrogatoire précisera les antécédents généraux du patient (notamment Lupus Erythémateux disséminé ou Polyarthrite Rhumatoïde) pouvant orienter vers un syndrome de Gougerot-Sjögren secondaire. Des signes associés à type de sécheresse buccale et la prise de médicaments inhibant les récepteurs muscariniques des glandes lacrymales seront recherchés.

L'utilisation d'**Echelles Visuelles Analogiques (EVA)** permet de quantifier l'importance de chaque symptôme (brûlures, prurit, sensation de corps étranger, photophobie...) et par leur reproductibilité de suivre l'évolution de cette symptomatologie sous traitement. L'utilisation de **questionnaires de qualité de vie**^[5] permet, elle, de mieux

comprendre le retentissement de la kératoconjonctivite sèche sur la vie sociale et professionnelle du patient.

■ Méthodes d'examen clinique de la surface oculaire dans la sécheresse oculaire

Temps de rupture du film lacrymal (Break-Up time ou BUT)^[6]

Il est le reflet de la stabilité du film lacrymal. L'intervalle de temps, en secondes, entre le dernier clignement complet et l'apparition de la première rupture du film lacrymal recouvrant la cornée est appelé « *break-up time* ». On admet que le temps de rupture du film lacrymal est de 15 secondes ou plus. **Un BUT inférieur à 10 secondes est considéré comme pathologique.**

Histoire clinique
Questionnaire sur les symptômes de sécheresse oculaire ressentis par le patient
Temps de rupture du film lacrymal (BUT)
Intensité de fixation de la fluorescéine (filtre jaune)
Test de Schirmer de type I ou de Jones, ou de type II avec stimulation nasale
Etude de la morphologie des paupières et des glandes de meibomius
Etude des sécrétions meibomiennes
Les autres tests seront réalisés en fonction de leur disponibilité

Tableau 1 : Recommandations pour le diagnostic de sécheresse oculaire selon le comité d'étude sur l'œil sec en 2007^[4]



Coloration par les agents vitaux



Le Rose Bengale^[6]

En instillation locale, souvent mal tolérée, cette coloration serait le reflet de la métaplasie squameuse responsable d'une diminution du film muqueux protecteur. Sa visualisation est augmentée par l'utilisation d'un filtre vert (Kodak Wratten 58), la fixation conjonctivale apparaissant noire sur fond vert.



Le vert de lissamine^[6]

Mieux tolérée, l'utilisation de bandelettes (Lissaver-Plus®) imprégnée de 1,5mg de vert de lissamine (E142) colore le mucus, les cellules en desquamation et les cellules mortes. Sa visualisation est facilitée par l'emploi d'un filtre jaune (Kodak Wratten 12), ou rouge (Hoya 25A ou Kodak Wratten 92).



La fluorescéine^[6]

Sous forme d'unidoses stériles à la concentration de 2% ou sous forme de papier buvard, l'imprégnation ne survient que lorsque les jonctions intercellulaires sont rompues, elle ne marque pas les cellules intactes et son imprégnation n'est pas modifiée par la qualité du film lacrymal. Son observation peut être optimisée par l'utilisation de filtre jaune (Kodak Wratten 12) ou orange (Wratten 15 filter).

• Score de van Bijsterveld^[7]

(Figure 1)

Il permet d'évaluer la souffrance épithéliale et conjonctivale bulbaire avec le vert de lissamine ou le rose bengale. Cette évaluation est faite pour chaque quadrant (nasal, temporal et cornéen) et un score de 1 à 3 est défini. La somme des trois quadrants donne un score sur 9 ; un score ≥ 4 traduit une atteinte significative de la surface oculaire.

Coloration au rose bengale ou au vert de lissamine	Score
Aucune	0
Focale	1
Patch (en tâche)	2
Confluente	3

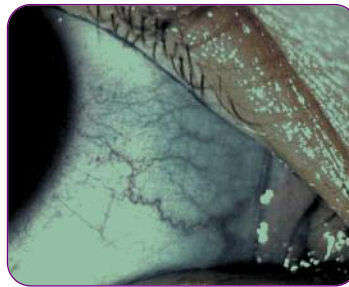
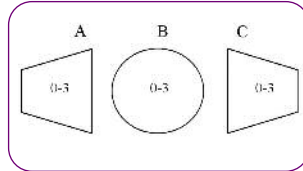


Figure 1 : Imprégnation de la conjonctive nasale par vert de lissamine, grade 3 selon la classification de van Bijsterveld

• Classification d'Oxford^[6] (Figure 2)

Elle a été mise au point pour quantifier l'importance de l'atteinte épithéliale chez les patients souffrant de syndrome sec. Cette classification répartit les patients en 6 groupes notés de A à E en fonction de la sévérité de l'atteinte. La cotation de l'intensité de fixation se fait par comparaison entre ce qui est observé sur la conjonctive et la cornée dans la région interpalpébrale et l'échelle de référence de la classification d'Oxford.

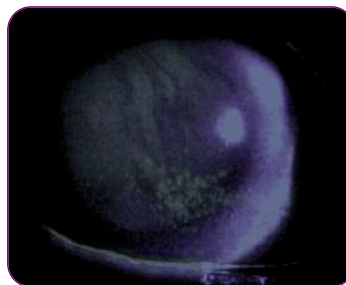


Figure 2 : Prise de fluorescéine dense, kératite profonde inférieure, grade 4 selon la classification d'Oxford

PANEL	Grade	Criteria
A	0	Equal to or less than panel A
B	I	Equal to or less than panel B, greater than A
C	II	Equal to or less than panel C, greater than B
D	III	Equal to or less than panel D, greater than C
E	IV	Equal to or less than panel E, greater than D
>E	V	Greater than panel E



Test de Schirmer de type I

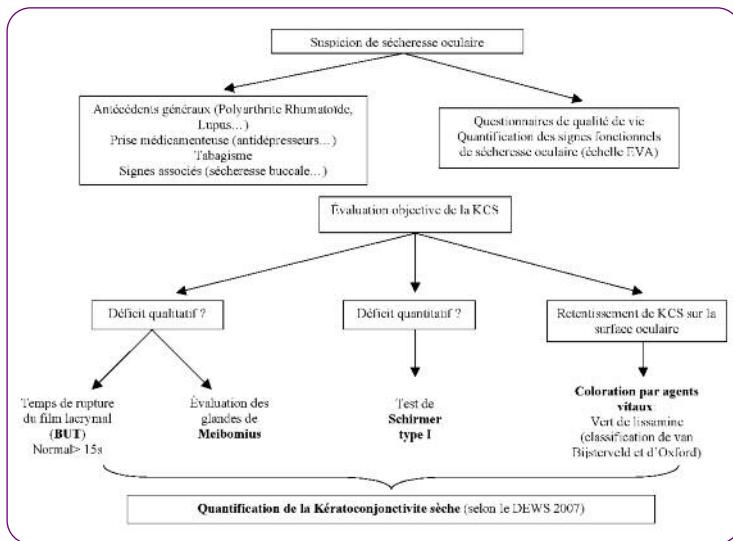
Il a été mis au point pour évaluer la sécrétion lacrymale^[9]. Il utilise une bandelette de papier filtre Whatman n°41 mesurant 35 mm de long et 5 mm de large. Ce test est pratiqué **sans anesthésie locale** et consiste à disposer à la limite des 2/3 externes du cul de sac conjonctival inférieur l'extrémité du papier buvard replié en évitant tout contact cornéen. Après 5 minutes, la longueur de la zone d'humidification du papier filtre est mesurée. La valeur seuil reste discutée ; une valeur supérieure à 20 mm est considérée comme normale et dans les critères internationaux du syndrome de Sjögren, la limite admise est fixée à 5 mm, entre 5 et 20 mm, il reste difficile de conclure.



Test au fil imprégné de rouge phénol (Zone-Quick®, Ménicon)^[10]

Ce test utilisant un fil de coton imbibé d'une substance indicatrice de pH, le rouge phénol, est un test rapide, indolore récemment mis sur le marché dans le but d'être utilisé dans le diagnostic d'œil sec. L'extrémité du fil est placée dans le cul de sac conjonctival inférieur et la longueur du fil imbibé de larmes (devenu rouge-orange) est lue au bout de 15 secondes. Ce test serait le reflet du volume de larmes et/ou du ménisque de larmes dans le cul de sac conjonctival inférieur.

Arbre
décisionnel :
Démarche
diagnostique
en cas de
suspicion de
kérato-
conjonctivite
sèche



▶▶▶▶

Evaluation des glandes de Meibomius [8] (Figure 3)

L'évaluation du meibum revêt une grande importance ; ce dernier est normalement huileux et clair et prend un aspect visqueux et blanchâtre en cas de dysfonctionnement.



Figure 3 : Meibomite (aspect visqueux et blanchâtre du meibum)

▶▶▶▶

Stratégie diagnostique lors de l'examen clinique [8]

L'arbre décisionnel résume la démarche diagnostique à adopter en cas de suspicion de kératoconjonctivite sèche. Cette démarche va permettre de classer la kératoconjonctivite sèche en fonction de sa sévérité et d'adapter au mieux la prise en charge thérapeutique. La classification de la kératoconjonctivite sèche est présentée dans le **tableau 2** [4]. ■

Conflits d'intérêts : aucun

Grade de sévérité du syndrome sec	1	2	3	4
Gêne fonctionnelle, sévérité et fréquence	Légère et/ou épisodique ; déclenchée par un stress environnemental	Modérée, épisodique ou chronique Déclenchée ou non par un stress environnemental	Sévère Fréquente ou constante Même sans stress environnemental	Sévère et/ou incapacité constante
Symptômes visuels	Aucun ou fatigue légère épisodique	Gênants et/ou limitant l'activité de façon épisodique	Gênants, chronique et limitant l'activité	Constants et/ou incapacitants
Hyperhémie conjonctivale	Nulle à légère	Nulle à légère	+/-	+/-
Prise de coloration conjonctivale	Nulle à légère	Variable	Modérée à importante	Modérée à importante
Prise de coloration cornéenne	Nulle à légère	Variable	Importante centrale	Erosions ponctuées sévères
Signes cornéens et lacrymaux	aucun à léger	Débris lacrymaux (peu) Ménisque diminué	Kératite filamenteuse Sécrétions muqueuses Débris lacrymaux	Kératite filamenteuse Ulcération Sécrétions muqueuses Débris lacrymaux
Paupières Glandes de Meibomius	Meibomite possible	Meibomite possible	Meibomite fréquente	Trichiasis Kératinisation Symblépharons
BUT (sec)	Variable	10	5	Immédiat
Schirmer (mm/5mn)	Variable	10	5	2

Tableau 2 : classification de la kératoconjonctivite sèche
Adapté de Methodologies to diagnose and monitor dry eye [4]

RÉFÉRENCES

- Hoang-Xuan, T., Baudouin, C., Creuzot-Garcher, C., Inflammatory Diseases of the Conjunctiva. 2001
- Pflugfelder, S.C., A. Solomon, and M.E. Stern, The diagnosis and management of dry eye: a twenty-five-year review. Cornea, 2000. 19(5): p. 644-9.
- Baudouin, C., The pathology of dry eye. Surv Ophthalmol, 2001. 45 Suppl 2: p. S211-20.
- Lemp, M.A., et coll., Methodologies to diagnose and monitor dry eye: report of the Diagnostic Methodology Subcommittee of the International Dry eye WorkShop (2007). Ocul Surf 2007.
- Baudouin, C., et al., [Creating a specific diagnostic and quality-of-life questionnaire for patients with ocular surface disease]. J Fr Ophtalmol, 2003. 26(2): p. 119-30.
- Bron, A.J., V.E. Evans, and J.A. Smith, Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. Cornea, 2003. 22(7): p. 640-50.
- van Bijsterveld, O.P., Diagnostic tests in the Sicca syndrome. Arch Ophthalmol, 1969. 82(1): p. 10-4.
- Doan S., et coll., La sécheresse oculaire : de la clinique au traitement, 2008
- Schirmer, O., Studien zur physiologie des Tränenabsonderung und Tränenabfuhr. Arch. Ophthalmol., 1903. 56: p. 197-291
- Labatouille, M., et al., [The phenol red thread first results for the assessment of the cut-off value in ocular sicca syndrome]. J Fr Ophtalmol, 2002. 25(7): p. 674-80.

Implants intra-oculaires HOYA : les nouveautés*

HERVÉ ROBIN (Bayonne)



Le congrès de l'ESCRS (European Society of Cataract and Refractive Surgery) rivalise et égale en terme de notoriété celui de l'ASCRS, son équivalent américain.

Le groupe HOYA a proposé en marge de l'ESCRS un symposium satellite pour faire le point sur les nouveautés de sa gamme d'implants intra-oculaires.

Le cadre prestigieux de l'Opéra de Barcelone accueillait cette édition 2009 avec des participants venus de monde entier pour écouter des orateurs Européens et Japonais.



Calcul de la puissance des implants intra-oculaires de la gamme iSert de HOYA

*D'après la communication
du Ph D. Haigis (Allemagne)*

Le **Pr. W. Haigis**, l'inventeur de la formule de calcul d'implant éponyme, a donné son analyse de l'optimisation du calcul de la puissance des implants préchargés HOYA en utilisant la biométrie optique, qui est devenue le « gold standard » pour le calcul de la longueur axiale. Cet auteur a aussi décrit des différences significatives entre les yeux des asiatiques et des caucasiens en termes de kératométrie (plus plate chez les caucasiens) et de la longueur axiale (plus longue chez les asiatiques).

Bien évidemment, ces différences sont rapportées, en moyenne et sur de grandes populations.

Par contre la profondeur de chambre antérieure qui entre en compte dans la formule Hoffer-Q est identique. Une très récente étude américaine (www.doctorhill.com/iol-main/formulas.htm Aug 31, 2009) a démontré que la formule la plus fiable pour toute longueur axiale est la formule de Haigis si l'on optimise les facteurs a0, a1 et a2. Ces constantes sont téléchargeables sur le site ulib.org (des utilisateurs du Iolmaster®).

Deux auteurs, le **Dr. Bissen-Miyajima (Japon)** et le **Dr. Nardi (Italie)** ont rapporté les résultats d'études cliniques concernant l'implant préchargé HOYA-iSert PY-60AD. Rappelons qu'il s'agit d'un implant en acrylique hydrophobe asphérique (indice de réfraction 1,52) de 6 mm de diamètre optique pour une longueur hors tout de 12,5 mm.



Expérience clinique avec le système iSert

*D'après la communication
du Dr Bissen-Miyajima (Japon)*

Cet implant s'injecte grâce au système d'injection à usage unique iSert dans lequel il est proposé prêt à l'implantation. Par voie cornéenne, une mini-incision de 2,4 mm est suffisante et 2,2 mm par voie sclérale, ce type d'incision est toujours très utilisé au Japon comme le rapporte Madame Bissen-Miyajima. La progression de l'implant dans sa cartouche transparente est parfaitement visible.



* Symposium HOYA / ESCRS 2009 Barcelone.



Résultats de l'étude multicentrique avec le système iSert

D'après la communication du Dr Nardi (Italie)

Cette étude sur 70 yeux implantés avec l'implant préchargé PY-60AD a permis d'étudier les points suivants sur 1 an : la meilleure acuité visuelle avec correction (BCVA) et sans correction (UCVA), l'erreur réfractive éventuelle et la fibrose de la capsule postérieure (PCO), le tilt ou le décentrement de l'implant. Les résultats de cette étude sont excellents et confirment ceux des études précédentes: UCVA 8/10 sur 80% des yeux et BCVA 9/10, l'erreur réfractive moyenne est de +/- 0,5 dioptrie.

Enfin les scores de PCO, de tilt et de décentrement sont très faibles. Pour terminer le Dr. Nardi rappelle qu'aucune micro vacuole n'a été observée dans cette lentille intra-oculaire à la différence d'autres implants en acrylique hydrophobe. Ces études confirment les qualités de cet implant qui s'associent aux bénéfices du système préchargé : diminution du risque de contamination, moins de risque d'abimer l'implant lors des manipulations et gain de temps.

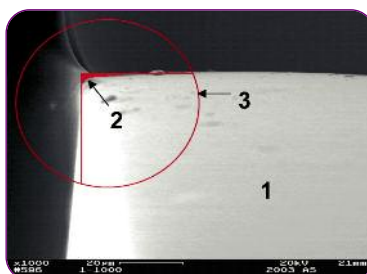


Comment définir le bord carré d'un implant ?

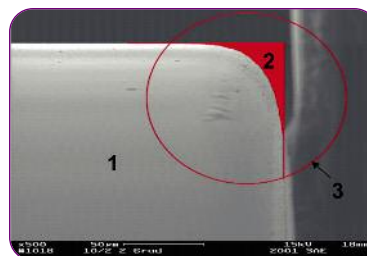
D'après la communication du Dr TETZ (Allemagne)

La prévention de l'opacification de la capsule postérieure (PCO) après phacoémulsification et mise en place d'un IOL dans le sac capsulaire est multifactorielle. Le concept de bords « carrés » utilisé pour ralentir la PCO est ancien, mais tous les bords carrés ne se valent pas comme le prouve l'analyse en microscopie électronique

à balayage. Le Pr. Tetz a montré les résultats d'une étude détaillée de la surface entre un angle théorique parfait et l'angle réel du bord de l'implant en mettant en évidence que plus cette surface est faible, plus l'angle réel est proche d'un angle parfait. Ceci est illustré par les deux figures ci-dessous : plus la surface en rouge est faible, plus le contact du bord carré de l'implant avec la capsule est importante. Ce chercheur et clinicien travaille sur le sujet depuis près de 15 ans puisqu'il analysait déjà les IOL en PMMA en 1996. Le profil des bords des implants a pu être analysé en utilisant un logiciel spécifique « Autocad » pour comparer différents implants de puissance dioptrique identique. Sur une zone de référence de 40° pour les IOL en acrylique hydrophobe de 20 D, l'angle réel d'un bord carré varie de 69,5 microns² (bords « très carrés ») à 329,7. La société HOYA a nettement amélioré le micro-design des bords de son nouvel implant, puisque cette surface a été réduite à 39,1 microns². Ces implants possèdent actuellement sur le marché les bords les plus carrés. Il reste à



1 - LIO
2 - Zone de déviation par rapport à un angle de 90°
3 - Zone de référence



quantifier la PCO, cliniquement, sur plusieurs années pour confirmer l'intérêt des modélisations mathématiques et du travail des ingénieurs participant à la conception de ces nouveaux implants.



Implant de micro-incision 2,2 mm avec implantation aisée et prévention de la PCO

D'après la communication du Dr. Rozot (Marseille)

Le Dr Rozot a fait part de son expérience clinique sur 100 yeux implantés avec le dernier implant commercialisé par la société HOYA : l'iMics (Y60H) : les modifications du dessin, outre le micro-design des bords, ont concerné le positionnement des anses en PMMA. Ces modifications permettent une injection aisée par une incision de 2,2mm non agrandie. L'insertion de l'IOL se fait avec un injecteur stérilisable spécifique et sa cartouche, à placer en chambre antérieure. L'injection en berge et sous pression est inutile, ce qui limite les risques d'abimer l'incision.

Cet implant est le seul actuellement disponible qui combine un matériau en acrylique hydrophobe, une configuration en 3 pièces avec anses en PMMA, un profil asphérique, un filtre UV + filtre « jaune / blue blocker » à une injection facile à travers une incision de 2,2mm. Après un recul d'une année, le Dr. Rozot précise que le comportement de cet implant dans le sac est excellent, que les capsules sont particulièrement « claires » et qu'aucune capsulotomie au laser Nd-YAG n'a été nécessaire ■



Conflits d'intérêts : aucun

1^{er} Congrès

R.O.I. Lyon

RÉFLEXIONS OPHTALMOLOGIQUES EN INFLAMMATION

sous la Présidence du Pr Laurent Kodjikian



**Vendredi 29 (après-midi)
et Samedi 30 (matin)
janvier 2010**

**Cité Internationale - Centre des Congrès
Salon Pasteur
50 Quai Charles de Gaulle - 69006 Lyon**

En attente d'agrément FMC par la SFO

**Frais d'inscription
au Congrès R.O.I. Lyon**

Une facture justificative vous sera adressée

- **Ophtalmologiste** : 130 €
- **Interne** *(sur justificatif)* : 50 €
- **Orthoptiste** : 50 €

Mode de règlement :

- Chèque bancaire à l'ordre de :
JBH Santé : 53, rue de Turbigo 75003 Paris
- ou carte bleue visa :
- ou carte bleue visa sur le site :
www.jbhsante.fr
(paiement sécurisé)



R.O.I. Lyon

Carton-réponse à retourner accompagné de votre chèque

Nom :

(Cachet professionnel ou coordonnées manuscrites)

Prénom :

Assistera à la réunion : ☐

N'assistera pas à la réunion ☐

Inscription et renseignements : JBH Santé

53, rue de Turbigo 75003 Paris

Tél : 01 44 54 33 54 • Fax : 01 44 54 33 59 • E-mail : la@jbhsante.fr • Site : www.jbhsante.fr

R.O.I. Lyon

RÉFLEXIONS OPHTALMOLOGIQUES EN INFLAMMATION

Programme

Vendredi 29 Janvier

13h00	Enregistrement - Visite de l'Exposition	
13h30	Introduction	Pr L. Kodjikian
13h45 – 15h15	Session cornée/chambre antérieure	
➤	CAT devant une kérato-uvéite virale	Pr Ch. Chiquet (Grenoble)
➤	CAT devant une kératite inflammatoire	Pr M. Muraine (Rouen)
➤	Inflammations et infections en chirurgie réfractive	Pr C. Burillon (Lyon)
➤	Uvéite de Fuchs, pourquoi continuons-nous à manquer ce diagnostic ?	
	Omissions, mystifications et éléments nouveaux	Pr C. Herbort (Lausanne)
15h15 – 16h00	Symposium Satellite « Données en Antibiothérapie » sous le parrainage des Laboratoires Théa sous la présidence du Pr L. Kodjikian	
➤	Règles d'antibioprophylaxie : Faut-il utiliser le céfuroxime dans la chirurgie de la cataracte ?	Pr I. Cochereau (Paris)
➤	Règles d'antibioprophylaxie : Faut-il utiliser un collyre antibiotique en pré- ou post-opératoire ?	Pr A. Bron (Dijon)
➤	Intérêt d'un nouvel antibiotique collyre pour les pathologies de surface	Pr T. Bourcier (Strasbourg)
	Questions / réponses	
16h00 – 16h30	Pause Café - Visite de l'Exposition	
16h30 – 18h15	Session inflammation et segment postérieur	
➤	Syndrome des taches blanches du fond d'œil	Dr Ch. Zech (Lyon)
➤	La sarcoidose : une cause d'uvéite sous-estimée ?	Pr P. Sève (Lyon)
➤	Toxoplasmose oculaire	Pr L. Kodjikian (Lyon)
➤	Uvéite et Anti-Inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens	Pr B. Bodaghi (Paris)
➤	Uvéite et traitements immunosuppresseurs	Pr Ph. Le Hoang (Paris)

18h15 – 19h00	Symposium Satellite « Glaucome et inflammation » sous le parrainage des Laboratoires Alcon sous la présidence du Pr Philippe Denis	
➤	Glaucome cortisonique	Pr M. Labetoulle (Paris)
➤	Comment varie la PIO en cas d'uvéite et pourquoi ?	Pr Ph. Denis (Lyon)
➤	IVT, faut-il prévenir l'hypertonie ?	Dr Ph. Germain (Lyon)
➤	Hyperhémie sous prostaglandine ... une réaction inflammatoire ?	Dr HA. Boccardi (Alcon R&D)
	Questions / réponses	
A partir de 20h	Cocktail	

Samedi 30 Janvier

8h30	Accueil - Pause Café - Visite de l'exposition	
9h à 10h45	Session inflammation, physiologie et sémiologie	
➤	Rôle de l'inflammation dans la DMLA	Pr G. Soubrane (Créteil)
➤	Rôle des antigènes de l'environnement dans les uvéites chroniques idiopathiques	Dr G. Cozon (Lyon)
➤	Rôle de l'inflammation dans le mélanome uvéal	Pr JD. Grange (Lyon)
➤	Classification et sémiologie des uvéites	Pr P. Labalette (Lille)
➤	Uvéite liée à l'HLA B27	Pr A. Brezin (Paris)
10h45 à 11h15	Pause Café/Visite de l'Exposition	
11h15 à 13h00	Session inflammation et surface oculaire	
➤	Le syndrome sec : une maladie inflammatoire ?	Dr A. Labbé (Paris)
➤	Rôle de l'inflammation en allergologie oculaire	Pr C. Creuzot-Garcher (Dijon)
➤	CAT devant une blépharite	Pr D. Brémond-Gignac (Amiens)
➤	CAT devant une conjonctivite allergique	Dr Ph. Partouche (Lyon)
➤	CAT devant une conjonctivite bactérienne de l'enfant	Pr S. Milazzo (Amiens)
13h	Clôture du Congrès	

Un nouveau gène, une nouvelle voie métabolique dans la DMLA

La Dégénérescence Maculaire Liée à l'Age est une maladie multifactorielle pour laquelle des facteurs environnementaux et génétiques ont été identifiés. Deux gènes (CFH et ARMS2) ont été identifiés comme fortement associés à la maladie, représentant des facteurs de risque importants pour la DMLA. Afin d'identifier de nouveaux gènes impliqués dans la DMLA, l'équipe du Pr Eric Souied (CHI Créteil) s'est concentrée sur une population atteinte de DMLA qui ne présentait aucun polymorphisme à risque sur les 2 principaux gènes impliqués dans la DMLA (5% des DMLA). Cette étude cas contrôle, analysant les gènes candidats impliqués dans le métabolisme des lipides, a permis d'identifier un nouveau gène impliqué dans la DMLA, SCARB1. Le gène SCARB1 code pour une protéine SRB1 intervenant dans le métabolisme des lipides et le métabolisme de la lutéine (pigment maculaire). Ces résultats ont été répliqués et confirmés dans une étude cas-contrôles similaire, en collaboration avec une équipe américaine (Pr Johanna Seddon, Boston). Au total, dans les deux populations conjointes, le risque relatif de DMLA exsudative est de 3.6 (95% CI: 1.7-7.6, $p < 0.0015$) pour les individus porteurs du polymorphisme rs5888 sur le gène SCARB1.

Ces résultats encourageants suggèrent la contribution d'un nouveau facteur génétique à la maladie, impliqué dans le métabolisme des lipides et de la lutéine. Ces résultats pourraient permettre d'ouvrir de nouvelles voies d'étude dans la compréhension de cette maladie fréquente et complexe.

ZERBIB J, SEDDON JM, RICHARD F, REYNOLDS R, LEVEZIEL N, BENLIAN P, BOREL P, FEINGOLD J, MUNNICH A, SOUBRANE G, KAPLAN J, ROZET JM, SOUIED EH.. rs8888 variant of SCARB1 gene is a possible susceptibility factor for Age-related Macular Degeneration. PLoS ONE 4(10): e7341. doi:10.1371/journal.pone.0007341

ZIK®, la solution Basse-Vision signée Carl Zeiss



Carl Zeiss Vision, leader de l'optique de précision, a présenté le système télescopique individualisé ZIK®, sa nouvelle innovation Basse-Vision, au Mondial de l'Optique 2009 (SILMO) ;

La solution ZIK® (Zeiss Individualized Kepler-System) allie un fort grossissement télescopique avec une conception modulaire individualisée. En d'autres termes, cela permet à la personne malvoyante d'utiliser ZIK® pour une vision de loin et de près, avec une optimisation des champs de vision et de luminosité, et une suppression des aberrations périphériques.

ZIK® permet non seulement de pouvoir lire, mais monté dans des lunettes supports adéquats, il autorise une multitude d'activités en vision de près. L'usage des mains étant libéré, il est ainsi possible à la personne malvoyante de bricoler, coudre, voir les aliments qu'elle prépare pour son repas etc. D'autre part, ZIK® améliore également l'acuité visuelle en vision de loin. C'est l'assurance de retrouver une très grande autonomie.

D'après un communiqué de presse de Carl Zeiss Meditec

Bausch & Lomb étend les paramètres de la lentille journalière SofLens® daily disposable pour Astigmatés

Après le lancement réussi de la lentille journalière SofLens® daily disposable pour Astigmatés, Bausch & Lomb est heureux d'annoncer l'arrivée de deux nouveaux axes : 20° et de 160°, disponibles depuis septembre 2009.



La journalière torique de Bausch & Lomb compte désormais quatre axes pour encore plus d'adaptations : 20°, 90°, 160° et 180°, ainsi que ses trois cylindres : -0,75°, -1,25°, -1,75°.

Soucieux de répondre aux attentes des porteurs, Bausch & Lomb a élaboré une lentille torique journalière dotée :

- d'une excellente stabilité grâce au design Lo-Torque™ pour une adaptation réussie et rapide comme avec SofLens® Toric mensuelle,
- d'un confort remarquable tout au long de la journée avec la technologie ComfortMoist™,
- d'un Design Asphérique pour une acuité visuelle optimisée.

D'après un communiqué de presse de Bausch & Lomb

1·DAY ACUVUE® TruEye™, la 1^{ère} lentille jetable journalière en silicone-hydrogel est désormais disponible de -12.00D à +6.00D en rayons 8.50 et 9.00.

ACUVUE® FÊTE SES 20 ANS!

Proposée au lancement dans une gamme limitée de puissance, elle sera désormais disponible en septembre de -12.00D à +6.00D dans deux rayons 8.50 et 9.00*.

> 1·DAY ACUVUE® TruEye™, pourra donc être proposée dès la rentrée à l'ensemble des porteurs myopes et hypermétropes, incluant les forts myopes.

Grâce à la nouvelle 1·DAY ACUVUE® TruEye™, les porteurs de lentilles peuvent enfin bénéficier simultanément des avantages pratiques des lentilles journalières et de la haute transmissibilité à l'oxygène des lentilles en silicone-hydrogel. Plus besoin de choisir entre simplicité au quotidien et santé oculaire !

Numéro 1 dans le monde, la marque ACUVUE® est la première marque prescrite par les ophtalmologistes en France depuis septembre 2008 (source IMS). Depuis janvier 2009, ACUVUE® est également la marque leader sur le segment des lentilles à renouvellement fréquent (journalier, bimensuel, mensuel) hors couleur (source GfK).

D'après un communiqué de presse de Johnson & Johnson Vision Care

Les 10^{èmes} Journées de Réflexions Ophtalmologiques

Jeudi 11, Vendredi 12 et Samedi 13 Mars 2010

Paris, Cité des Sciences et de l'Industrie - 30 Av. Corentin-Cariou - 75019 - Paris - La Villette
Sous la Coordination Scientifique du Pr Christophe Baudouin et du Dr Pierre-Yves Santiago

• **35 Sessions de Formation de 1h30**
(2 amphi de 200 places, 4 salles de 80 places)

- 5 Sessions "Glaucome"
- 5 Sessions "Cataracte"
- 5 Sessions "Chirurgie Réfractive"
- 4 Sessions "Rétine"
- 4 Sessions "Inflammation"
- 5 Sessions "Contactologie"
(dont 3 le Jeudi après-midi)
- 3 Sessions "Médecine interne"
- 4 Sessions "Divers"

• **Chirurgie en direct** (18 actes en live)
(transmission par satellite)
Jeudi 11 mars après-midi

• **2 Séances Plénières de 1h30**
(Amphithéâtre de 900 places)
Vendredi et Samedi à 11h

• **2 Symposia-Déjeuner**
(Amphithéâtre de 900 places)
Vendredi et Samedi à 12h30

• **4 Symposia-Satellite de 1h30**
(Amphithéâtre de 200 places)

• **2 Soirées-Symposium**
(Dont la Géode le vendredi)

• **10 à 12 Travaux Pratiques**
(Salles de 20 places)
Vendredi et Samedi

• **1 Journée Orthoptistes**
3 cours le Samedi

Inscription et renseignements : JBH Santé - 53, rue de Turbigo - 75003 Paris

Tél. : 01 44 54 33 54 · Fax : 01 44 54 33 59 · E-mail : la@jbhsante.fr · Site : www.jro-congres.fr

Frais d'inscription au programme scientifique

(et incluant 1 an d'abonnement à *Réflexions Ophtalmologiques*)

- Ophtalmologiste 290 € • Interne, Chef de clinique 160 € (sur justificatif) • Orthoptiste (sur justificatif) 70 €

BULLETIN D'INSCRIPTION

10^{èmes} Journées de Réflexions Ophtalmologiques

Jeudi 11, Vendredi 12 et Samedi 13 Mars 2010

Cité des Sciences et de l'Industrie - La Villette, Paris

A adresser avec votre règlement à
J.B.H. SANTÉ - 53, rue de Turbigo - 75003 Paris

En lieu et place du timbre, indiquez : **Autorisation 10342**

Serez-vous présent au Cours de Chirurgie en Direct
le jeudi à 14h30 ?

☐ Oui ☐ Non

Nom : Prénom :

Hospitalier ☐ Libéral ☐ CCA ☐ Interne ☐ Orthoptiste ☐

Adresse :

Code Postal : Ville :

Tél : Adresse E-mail :