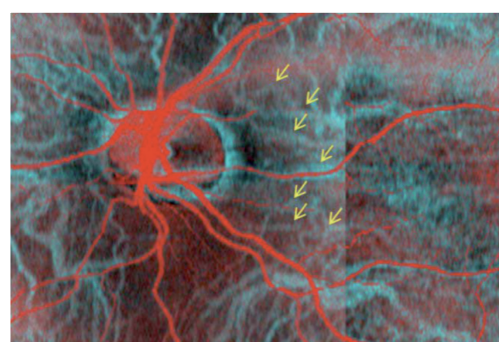


d'Ophthalmologie

Tout ce qui est utilisé et prescrit en Ophtalmologie



■ INTOLÉRANCES EN « LUNETTES »

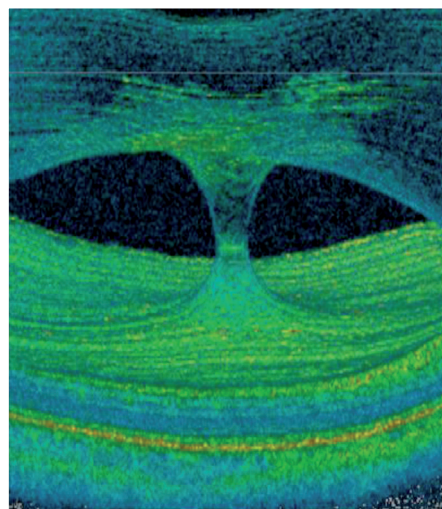
■ CONTROVERSE EN LENTILLES JOURNALIÈRES

■ GLAUCOME À PRESSION NORMALE

■ LE PROGRAMME PROGRESS SAVE

■ CHIRURGIE DU STRABISME

■ ECTASIE CORNÉENNE BILATÉRALE



Comité scientifique

Jean-Paul Adenis (Limoges)
Vincent Borderie (Paris)
Tristan Bourcier (Strasbourg)
Antoine Brézin (Paris)
Béatrice Cochener (Brest)
Joseph Colin (Bordeaux) †
Danielle Denis (Marseille)
Philippe Denis (Lyon)
Serge Doan (Paris)
Pascal Dureau (Paris)
Eric Frau (Paris)
Alain Gaudric (Paris)
Yves Lachkar (Paris)
François Malecaze (Toulouse)
Pascal Massin (Paris)
Christophe Morel (Marseille)
Pierre-Jean Pisella (Tours)
Eric Souied (Créteil)
Ramin Tadayoni (Paris)

Comité de rédaction

Florent Aptel (Grenoble)
Stéphane Arnavielle (Paris)
Esther Blumen-Ohana (Paris)
Catherine Creuzot-Garcher (Dijon)
Pierre Fournié (Toulouse)
Florence Malet (Bordeaux)
Aurore Muselier (Dijon)
Véronique Pagot-Mathis (Toulouse)
Dominique Pietrini (Paris)
Maté Strehö (Paris)
Catherine Vignal-Clermont (Paris)
Benjamin Wolff (Paris)

Rédacteurs en chef

Segment postérieur : Vincent Gualino
Tél. : 05 63 03 03 04
v.gualino@cahiers-ophtalmologie.com
Segment antérieur : Thomas Gaujoux
Tél. : 01 34 04 21 44
t.gaujoux@cahiers-ophtalmologie.com

Directeur de la publication

Jean-Paul Abadie
jp.abadie@cahiers-ophtalmologie.com

Publicité - Direction des opérations

Corine Ferraro SARL DifuZion
GSM : 07 88 11 95 57
c.ferraro@cahiers-ophtalmologie.com

Assistante de direction

Laetitia Hilly : 01 34 04 21 44
l.hilly@cahiers-ophtalmologie.com

Maquettiste

Cécile Milhau : 06 26 79 16 43
c.milhau@editorial-assistance.fr

Abonnements

(10 numéros par an) : France : 55 euros,
Étudiants (à titre individuel et sur
justificatif) : 30 euros, Étranger : 70 euros
règlement à l'ordre d'Ediss
Voir le bulletin d'abonnement page 3

Les Cahiers d'Ophtalmologie

Ediss,

Immeuble ISBA, Allée de la Gare,
95570 Bouffemont,
Tél. : 01 34 04 21 44 - Fax : 01 34 38 13 99
contact@editorial-assistance.fr

www.cahiers-ophtalmologie.com

RCS Pontoise B 395 287 766
ISSN : 1260-1055

Dépôt légal à parution

Impression

Imprimerie de Champagne
Z.I. des Franchises - 52200 Langres

Adhérent au CESSIM

Editorial

Les OCT



C'est un plaisir de vous présenter ce numéro spécial des Cahiers d'Ophtalmologie entièrement dédié à l'OCT. Je tenais à partager l'éditorial avec Michel Puech, un des pionniers de l'OCT, notamment dans son utilisation pour le segment antérieur.

Ce numéro a pour but de vous présenter les différentes possibilités qu'offrent les appareils actuels dans l'exploration du segment antérieur et postérieur. L'avènement de cette technique amène à définir les pathologies sur une « sémiologie » OCT. L'accent a été mis sur la richesse de l'iconographie commentée qui pourra être utilisée comme une aide à l'interprétation aussi bien des coupes normales que des coupes pathologiques.

Pour ouvrir le numéro, Belkacem Haouchine nous rappelle l'évolution de l'appareil OCT depuis les premières générations à nos jours et jusqu'au dernier appareil dit « swept source ».

Mickaël Sellam nous propose ensuite un aperçu de toutes les possibilités offertes par les appareils actuels pour l'exploration du segment antérieur avec des coupes du sujet sain.

Magali Albrieux-Jeanne et Florent Aptel nous présentent un large panorama des diverses pathologies du segment antérieur analysées en OCT.

Stéphan Pommier, épaulé par le collectif P1,5, introduit l'analyse du segment postérieur avec le champ des possibilités actuelles des différents appareils et leurs indications.

Jennyfer Zerbib présente, avec une belle iconographie commentée, différentes pathologies rétinienne médiales dont l'OCT est devenu un outil diagnostique indispensable.

Vincent Gualino et Benjamin Wolff se sont intéressés aux différentes pathologies chirurgicales vues en OCT, notamment leur apport dans les indications chirurgicales.

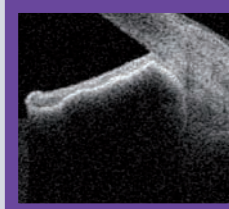
Finalement, ce numéro spécial recense les différents appareils actuellement disponibles sur le marché pour faciliter la comparaison entre leurs paramètres techniques et options, notamment avant l'achat d'un appareil.

Malgré la qualité des différents articles, ce numéro n'est qu'un résumé des principales pathologies et n'a pas pour ambition de remplacer les traités d'OCT.

Un grand merci à mes chers co-auteurs et bonne lecture à tous.

Maté Strehö

Centre d'exploration de la vision, Rueil-Malmaison
Hôpital Lariboisière, Paris



Les Actualités

4 La DMLA dépistée par télémedecine

Cahier Optique

14 Quand et pourquoi une « prescription de lunettes » ne donne-t-elle pas satisfaction ?

Cati Albou-Ganem, Jean-Pierre Meillon

Cahier Contactologie

20 Controverse en lentilles journalières

Propos de Jean-Philippe Colliot et de Joël Monroy recueillis par Thomas Gaujoux

Cahier Clinique

24 Glaucome à pression normale. Quand suspecter une neuropathie non glaucomateuse ? Quand demander des examens complémentaires ?

Cédric Lamirel

29 Le programme PROGRESS SAVE. Sauver des années de vision

Alain Bron

Cahier Chirurgie

32 Les étapes préalables à une chirurgie du strabisme (1^{re} partie)

Emmanuel Bui Quoc

Présentation de l'interne

35 Une ectasie cornéenne bilatérale...

Marie Boulze-Pankert, Jean-Christophe Courjaret, Louis Hoffart

Les OCT

Éditorial et coordination : Maté Strehö

37 L'OCT : Passé, présent et futur

Belkacem Haouchine

41 OCT du segment antérieur du sujet sain

Mickaël Sellam

44 OCT du segment antérieur pathologique

Magali Albrieux-Jeanne, Florent Aptel

52 L'OCT normal du segment postérieur en Spectral Domain

Stéphan Pommier

58 L'OCT du segment postérieur dans les pathologies médicales

Jennyfer Zerbib

62 OCT du segment postérieur dans les pathologies chirurgicales

Vincent Gualino, Benjamin Wolff

66 OCT : le comparatif

Maté Strehö

Dans ce numéro : Encart piqué Ophthalmic, TAP Bausch&Lomb, Jeté Zeiss

Bulletin d'abonnement

☐ Oui, je m'abonne aux Cahiers d'Ophtalmologie pour un an (10 numéros)*

*déductible de vos frais professionnels

☐ France : 55 euros

☐ Étudiants français (à titre individuel et sur justificatif) : 30 euros

☐ Autres pays : 70 euros

☐ Je joins mon règlement de € à l'ordre d'EDISS par

☐ Chèque bancaire

☐ Chèque postal

☐ Autre

☐ Je souhaite recevoir une facture pour ma comptabilité

☐ Je réglerai à réception de votre facture

Nom Prénom

Adresse complète :

Code postal [] [] [] [] Ville

Merci de préciser :

Votre mode d'exercice : ☐ libéral

☐ hospitalier

☐ Autre (Précisez SVP) :

Votre année de thèse :

Votre e-mail :

Adressez ce bulletin à :

Les Cahiers d'Ophtalmologie
Immeuble ISBA, Allée de la Gare,
95570 Bouffemont

Tél. : 01 34 04 21 44 - Fax : 01 34 38 13 99

ou abonnez-vous en ligne :

cahiers-ophtalmologie.com

La DMLA dépistée par télémedecine



Un examen du fond de l'œil sans dilatation de la pupille, réalisé par une infirmière et interprété dans la semaine par télémedecine, c'est la procédure qui vient d'être évaluée en Rhône-Alpes. Le service d'ophtalmologie de l'hôpital de la Croix-Rousse et le centre d'examen de santé de la CPAM du Rhône viennent de présenter les résultats de l'étude DODMLA (pour dépistage organisé de la DMLA). Et la télémedecine semble

faire jeu égal avec la prise en charge traditionnelle. Concrètement, 683 patients de 65 ans et plus ont bénéficié d'une consultation de prévention dans un centre d'examen de santé. L'examen du fond d'œil était réalisé au moyen d'une rétinophotographie non mydriatique (RNM). Parallèlement, un questionnaire sur les facteurs de risque (sexe, poids, antécédent familial de DMLA, couleur de l'iris, etc.) était rempli. Ensuite, les images de la RNM étaient télétransmises au service d'ophtalmologie de la Croix-Rousse pour interprétation. Charge à l'ophtalmologiste de télétransmettre les diagnostics au CES. Le patient recevait par courrier les résultats de son dépistage. Cet acte réalisé par un non-médecin a permis de mettre en évidence 16,1 % de dépistage positif, dont 40,9 % d'atteintes bilatérales. Les Hôpitaux de Lyon précisent dans un communiqué que ce sont « des résultats comparables aux données obtenues par des études européennes sur la base d'un dépistage réalisé par un ophtalmologue avec la technique classique » et que « l'étude DODMLA a montré que la RNM interprétée par télémedecine est un outil pertinent, utile pour dépister les populations à risque et mieux les surveiller (un traitement précoce étant de meilleur pronostic). Elle présente par ailleurs l'intérêt d'être un acte rapide pouvant être réalisé par un non-médecin (délégation d'acte) et la possibilité d'interpréter l'examen en différé dans le temps et dans l'espace. » D'autres CPAM pourraient emboîter le pas de la caisse du Rhône, laquelle envisage d'étendre ce dépistage aux patients diabétiques. ■

La MGEN condamnée pour ses remboursements différenciés

La Cour de cassation demande à la MGEN de rentrer dans le rang. Dans deux décisions récentes, elle vient de rappeler que la pratique des remboursements différenciés était contraire au Code de la mutualité. Par conséquent, les adhérents de la MGEN ayant reçu un remboursement inférieur parce qu'ils ne s'étaient pas rendu chez un professionnel de santé conventionné par la mutuelle, toucheront un dédommagement. Pour les juges de la Cour de cassation, « l'interdiction faite aux mutuelles par le législateur pour contrepartie d'autres avantages qu'il leur consent et l'appellation spécifique qu'il leur garantit, de sorte qu'elles ne sont pas placées en situation de concurrence défavorable par rapport aux autres organismes complémentaires d'assurance-maladie. Au surplus, la prohibition de la modulation des remboursements en fonction de l'appartenance du prestataire à un réseau apparaît de nature à favoriser la concurrence plutôt qu'à la restreindre ». ■



Avis de mauvais temps sur les soins de ville

« Médecins de ville, écoutez-nous ! » C'est le cri du cœur des Français. Interrogés par Ipsos Santé pour l'Observatoire de la prise en charge des patients en ville, 63 % des Français – et 64 % des médecins – pronostiquent une régression de la qualité des soins de ville dans les cinq ans à venir. Cette sombre prédiction n'est pas faite au doigt mouillé. Les Français se disent inquiets à cause de la désertification médicale, du manque de temps des médecins et des dépassements d'honoraires qui nuisent à la qualité de la prise en charge pour plus de neuf Français sur dix. Et les médecins ne les démentent pas puisque 90 % d'entre eux jugent, par exemple, que la désertification médicale altère effectivement la qualité de la prise en charge des patients. Seuls, débordés et pressés par des contraintes économiques, les médecins ne sont pas satisfaits de la durée de consultation, qui tourne pourtant, selon les dires des médecins et des patients interrogés, autour de 18-19 minutes. Les patients jugent être parfois « expédiés », « pas écoutés » lors d'une consultation « éclair ». Des consultations jugées donc trop courtes mais, en revanche, des délais trop longs pour obtenir le rendez-vous. 95 % des Français estiment que ces délais nuisent à la qualité de la prise en charge. Mauvais point aussi pour la coordination des soins puisque 89 % des patients considèrent qu'elle est aussi un facteur de dégradation. Malgré tout, 84 % des Français et 92 % des médecins disent avoir confiance dans ces soins de ville. ■

La crise n'a pas terni l'image des médicaments

C'est un constat surprenant. Malgré les polémiques, l'affaire du Médiateur ou encore celle des pilules contraceptives, la confiance des Français dans le médicament ne faiblit pas, selon une enquête Leem/Ipsos. C'est même tout le contraire, puisqu'elle progresse. En effet, 87 % des Français déclarent avoir confiance dans les médicaments, alors qu'ils étaient 84 % en 2012 et 82 % en 2011. Et pourtant cette enquête de l'Ipsos et du Leem, le syndicat de l'industrie pharmaceutique, a été menée en janvier dernier, en pleine affaire des pilules et après la polémique suscitée par le livre du Pr Even. Pour Brice Teinturier, directeur délégué d'Ipsos, ces chiffres montrent que « les Français sont des consommateurs de médicaments, conscients de la réalité, du fait que ce sont des produits actifs qui présentent des risques. Mais, ils constatent aussi par eux-mêmes leur efficacité. C'est donc une relation très mature. » À noter que chez les prescripteurs, ces crises n'ont pas ébranlé leurs certitudes : 99 % d'entre eux font confiance aux médicaments qu'ils prescrivent. Pour autant, « la confiance n'est pas aveugle », souligne Hervé Gisserot, le président



du Leem. « Les patients s'appuient sur les compétences du professionnel de santé mais ils cherchent à se forger leur intime conviction sur ce qui est bon ou mauvais pour leur santé. » D'ailleurs, ils n'hésitent pas à remettre en cause les prescriptions des médecins. L'enquête montre en effet qu'un quart des Français a déjà contesté une prescription médicale, et 93 % des médecins déclarent avoir vécu cette situation. Pour se « forger cette intime conviction », les deux tiers des Français se renseignent sur les effets indésirables, les contre-indications ou encore la posologie, via la notice pour 48 % d'entre eux et via Internet pour 46 %. ■

Des régions observent les dépassements à la loupe

L'encadrement des dépassements d'honoraires est un sujet sensible. Après la signature de l'avenant n°8, des régions ont pris l'initiative de créer des observatoires régionaux des pratiques tarifaires. En fait, ce sont les conférences régionales de la santé et de l'autonomie (CRSA) de Haute-Normandie et du Nord-Pas-de-Calais qui ont décidé de créer des observatoires pour suivre l'évolution des tarifs et repérer d'éventuels dépassements abusifs sur leur territoire. Ces régions n'ont pas de problématiques particulières d'accès aux soins mais elles veulent faire de la prévention. En Haute-Normandie par exemple, la conférence régionale de santé reconnaît que les dépassements d'honoraires ne sont pas un problème aigu mais que l'évolution des tarifs est quand même inquiétante. Dans certaines zones, trouver un médecin de secteur 1 commence à être complexe. La CSMF a tout de suite manifesté son indignation. D'autant que d'autres CRSA auraient, elles aussi, l'intention de mettre en place de tels observatoires. Pour Michel Chassang, président de la CSMF,

« cette initiative est pour le moins intempestive et cela ressemble fort à de l'acharnement contre les médecins. Ces observatoires viennent en doublon de ce qui est prévu dans la convention. Il faut donc que cela cesse ». Du côté de la Haute-Normandie, on tempore. Il ne s'agit que

d'un projet, et les trois médecins libéraux membres de la conférence n'ont pas opposé de veto à la création de cet observatoire. En attendant la mise en place d'observatoires « conventionnels », les contrats d'accès aux soins se mettent doucement en place. Mi-mars, les caisses primaires auraient

commencé à présenter ces nouveaux contrats aux médecins. Impossible donc pour le moment de faire un bilan d'étape. Mais une certitude tout de même : le contrat d'accès aux soins n'entrera en vigueur au 1^{er} juillet que si un tiers des médecins éligibles y adhère. ■

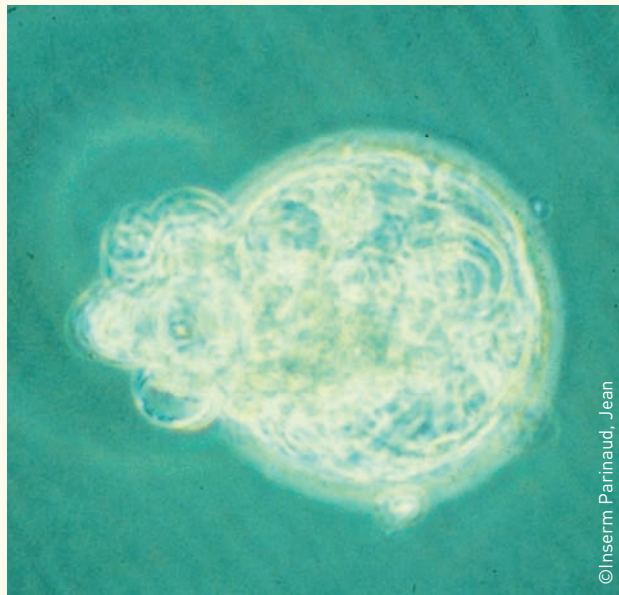
Recherche

Un lien entre cholestérol et dégénérescence maculaire ?

Une nouvelle étude menée par des chercheurs de l'école de médecine de la Washington University de St Louis (USA) et publiée sur le site de *Cell Metabolism* du 2 avril émet l'hypothèse que des traitements contre l'hypercholestérolémie auraient une efficacité sur la dégénérescence maculaire. Elle a jeté un éclairage nouveau sur la façon dont des dépôts de cholestérol pourraient contribuer à une dégénérescence maculaire. Dans la forme sèche de la DMLA, le développement de dépôts lipidiques derrière la rétine affecterait la macula. Les chercheurs se sont concentrés sur les macrophages qui éliminent le cholestérol et les graisses des tissus. Ils ont mis en évidence le rôle d'une protéine nécessaire à ces macrophages pour assurer cette fonction, l'ABCA₁. Sa production diminuant avec l'âge, l'efficacité des macrophages diminue également, les macrophages eux-mêmes pouvant être envahis par le cholestérol, d'où un processus inflammatoire à l'origine d'une néovascularisation. Pour pallier ce défaut de production de l'ABCA₁, des gouttes d'un régulateur du cholestérol, l'agoniste LXR (*liver X receptor*), ont été instillées dans l'œil d'une souris âgée, réduisant la dégénérescence maculaire. ■

Pas de recherche sur les cellules souches embryonnaires

Il y a un an, le *Lancet* publiait des résultats prometteurs dans le traitement de cécité due à la dégénérescence maculaire grâce à une greffe de cellules souches embryonnaires. Certains espéraient que cet anniversaire aurait pu être dignement célébré puisque l'autorisation de la recherche sur l'embryon et les cellules souches embryonnaires semblait possible. Passer d'un régime d'interdiction assortie de dérogations à un régime d'autorisation encadrée, c'était tout l'enjeu d'une proposition de loi déposée par le parti radical de gauche. Le texte, voté en première lecture au Sénat, a été débattu le 28 mars à l'Assemblée nationale. Mais, en raison de l'obstruction des députés UMP, la proposition de loi par le Parti radical de gauche (PRG) n'a pas pu aller à terme. Le député (PRG) du Lot, Dominique Orliac, rapporteur de cette proposition de loi, est ophtalmologiste et l'a défendue autant que cela lui a été possible. Seule solution aujourd'hui pour qu'elle aboutisse : que le texte soit repris par un groupe parlementaire ou par le Gouvernement. Pour de nombreux chercheurs, le vote de cette loi permettrait, pourtant, de rendre la position de la France plus lisible. Les députés UMP estiment, eux, que cette autorisation des recherches conférerait à l'embryon « un statut infra-humain ». Autrement dit, il serait réduit à l'état de chose. Dans un communiqué publié le 29 mars, le Parti socialiste a fait savoir qu'il souhaitait « que toutes les voies alternatives soient étudiées pour que le Parlement puisse être de nouveau saisi le plus rapidement possible afin de faire aboutir [la loi autorisant la recherche sur l'embryon]. » ■



© Inserm Parinaud, Jean

Un défaut de **synthèse de l'acide rétinique** à l'origine de malformation grave du développement oculaire

Ces anomalies du développement oculaire, affections longtemps ignorées, surviennent aux premières étapes de mise en place des structures oculaires, le plus souvent entre trois et sept semaines de vie intra-utérine. Elles peuvent être responsables de cécité néonatale si le globe oculaire n'est pas fonctionnel ou de malvoyance plus ou moins sévère selon l'atteinte précise de la

structure incriminée. C'est une pathologie grave, responsable de 11 % des cas de cécité chez l'enfant. Une dizaine de gènes « programmeurs » du développement oculaire ont été mis en cause mais ils ne rendent compte que de moins d'un quart des patients recensés. L'équipe de génétique ophtalmologique de l'unité de recherche UMR 781 (hôpital Necker-Enfants

malades), qui participe aux travaux de l'Institut des maladies génétiques Imagine, a identifié un nouveau gène de microphthalmie sévère récessive autosomique, l'ALDH1A3¹. Ce résultat a permis de mettre en lumière un lien direct entre le métabolisme de la vitamine A et le développement oculaire précoce. En effet, ALDH1A3 code un enzyme clé dans la synthèse de l'acide rétinique dont le défaut pour-

rait être corrigé par une supplémentation instaurée chez la femme enceinte à risque. L'identification de ce gène a d'ores et déjà permis l'amélioration du conseil génétique dans ces pathologies très hétérogènes et autorisé l'ouverture au diagnostic prénatal dans les familles qui en font la demande. ■

1. Fares-Taie L et al. ALDH1A3 mutations cause recessive anophthalmia and microphthalmia. *Am J Hum Genet.* 2013 Feb 7;92(2):265-70.

Innovations

Un nouvel **implant rétinien** allemand

Alors que l'Agence américaine des médicaments (FDA) vient d'approuver la commercialisation de l'implant Argus II de la société californienne Second Sight Medical Products, qui a déjà obtenu le marquage CE (*Les Cahiers d'Ophtalmologie* n°163, octobre 2012), des chercheurs allemands de l'Hôpital universitaire de l'œil à Tübingen viennent de publier¹ des résultats encourageants sur la prothèse rétinienne de la société Retina Implant AG. La puce de 9 mm² est équipée de 1 500 photodiodes alimentées par un système de transmission inductive transdermique, donc sans fil externe, à partir d'un dispositif placé sous un pli de peau derrière l'oreille.

Sur les huit patients aveugles atteints de rétinite pigmentaire maintenus dans l'étude (un patient exclu), l'identification, la localisation et la distinction d'objets a été améliorée de façon significative lors de tests réalisés pendant neuf mois. Trois sujets ont pu lire des lettres spontanément et un après un entraînement à partir de questionnaires à choix multiples. Cinq d'entre eux ont pu reconnaître des objets ou des visages dans un angle visuel de 15 degrés. ■

1. *Proceedings of the Royal Society B (Biological Sciences). Artificial vision with wirelessly powered subretinal electronic implant alpha-IMS. Publication online 20 février 2013 doi: 10.1098/rspb.2013.0077. Proc. R. Soc. B 22 April 2013 vol. 280 no. 1757 20130077.*

Nouvelles de l'industrie

Sanotek nouveau distributeur d'Iridex

Iridex, leader mondial dans la fabrication de lasers, a confié depuis le 15 avril la distribution en France de ses produits ophtalmologiques à Sanotek. Parmi les produits les plus populaires d'Iridex, on peut noter le G-Probe pour les glaucomes difficiles et les Endo-Probes pour endophotocoagulation durant la vitrectomie.

Lors de la prochaine SFO, Sanotek et Iridex présenteront (stand F16) le nouveau système laser multi-spot TxCell IQ 577. Celui-ci intègre notamment l'utilisation du MicroPulse qui a montré son efficacité dans le traitement des œdèmes prenant leur origine dans un dysfonctionnement de l'épithélium pigmentaire : le résultat est obtenu sans cicatrices contrairement aux traitements laser conventionnels et permet l'amélioration des résultats comparés aux approches courantes. ■

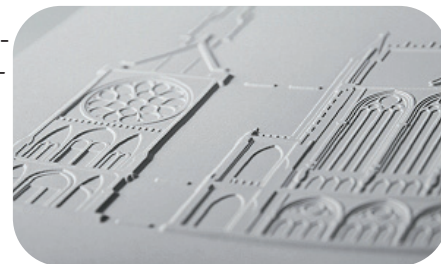
Initiatives

Visiter du bout des doigts

Le Centre des monuments nationaux vient de rééditer *La Sainte-Chapelle*, le premier titre de la collection Sensitinéraires destinée au public déficient visuel. Les reproductions, sous forme d'images en relief gaufrées, illustrent tant l'architecture, la sculpture, les fresques et les vitraux, que son implantation au cœur de l'ancien palais des rois de France, le palais de la Cité. Elles permettent de découvrir du bout des doigts la Sainte-Chapelle telle qu'elle était au temps de sa splendeur et de sa rénovation par Viollet-le-Duc, au XIX^e siècle.

Grâce au mécénat de la société Essilor et de la Caisse d'Épargne Île-de-France, cette nouvelle édition est encore plus performante, notamment grâce au travail sur les livrets d'accompagnement et à l'utilisation de ce rare papier japonais, le Pachika, dont le velouté et les qualités de rendu ont contribué au succès des titres précédents : *le Panthéon*, *la cité de Carcassonne* et *l'abbaye de Cluny*. ■

La Sainte-Chapelle, Paris, de Françoise Perrot et Hoëlle Corvest (collection Sensitinéraires). Éditions du patrimoine. 31,5 x 28 cm, 32 pages dont 29 gaufrées + CD. Prix : 30 euros. ISBN 978-2-85822-806-5. En vente en librairie.



Lancement de l'**Observatoire des enjeux de la vision**

Cet observatoire, le Vision Impact Institute, a pour vocation de collecter des études évaluant les conséquences d'une mauvaise vision (accidents de la route, réussite scolaire, performance professionnelle...) et d'agir sur les principales résistances culturelles et économiques à la correction visuelle dans le monde. Dans un premier temps, il concentrera ses efforts sur les enfants, la vue au travail, les personnes âgées et les conducteurs. Il vise à sensibiliser les leaders d'opinion, les pouvoirs publics et les professionnels de la vue à l'impact économique, souvent sous-estimé, des troubles de la vision. Ces derniers touchent

en effet 4,2 milliards de personnes dans le monde et engendreront, selon l'Organisation mondiale de la santé, 269 milliards de dollars de perte de productivité au niveau mondial, dont 50 milliards en Europe et 3 milliards en France. Pourtant, la mauvaise vision, « *le premier handicap au monde* », est aussi « *le seul pour lequel des solutions existent* » comme l'a rappelé Hubert Sagnières, PDG du groupe Essilor qui a contribué à la création du Vision Impact Institute.

Un conseil consultatif, constitué de quatre experts internationaux indépendants, guide et oriente l'action de l'Observatoire. ■

Aveugles et pilotes d'avion à la fois

« *Tout le monde savait que c'était impossible. Il est venu un imbécile qui ne le savait pas et qui l'a fait.* » Empruntée à Marcel Pagnol, cette devise est celle des Mirauds volants, une association à la mission non pas impossible mais improbable : faire piloter des avions par des aveugles ou des amblyopes. Ils viennent de fêter leurs 14 ans d'existence et leurs 158 pilotes formés. Pour réussir ce tour de force, les apprentis pilotes ne se séparent jamais de Soundflyer, un dispositif sonore et vocal. Codées sous forme de « notes de musique », les variations d'assiette et d'inclinaison de l'aéronef enregistrées par le gyromètre sont rendues accessibles par l'oreille. Ces pilotes « mirauds » sont aussi toujours accompagnés de leur instructeur qui leur donne des instructions visuelles. Ils restent donc des « élèves pilotes », mais prennent eux-mêmes le manche. Patrice Radiguet, le fondateur de cette association hors norme, vient de publier *Mirauds d'accord, mais pilotes d'abord*, aux éditions Volez !■

Patrice Radiguet, *Volez Éditions*, 284 pages. ISBN 978-2-917396-27-8. 21 euros.

Optique

Vente de lunettes sur Internet : les ophtalmologistes contre

Une enquête du Groupe ALL, premier groupement d'opticiens indépendants, met en lumière les inquiétudes et les réserves des ophtalmologistes quant au développement des ventes de lunettes de vue sur Internet : 55 % d'entre eux y sont opposés et 92 % sont réticents ou réfractaires. Parmi les ophtalmologistes interrogés, 91 % considèrent la prise de mesure (écart pupillaire, centrage de la hauteur des verres...) comme fondamentale dans la qualité d'un équipement visuel. Et ils sont autant (90 %) à considérer que la qualité des prises de mesure effectuée lors d'un achat sur Internet est nettement moins fiable que celles réalisées chez l'opticien et qu'acheter des lunettes de vue sur Internet ne permet pas non plus un réglage fin de l'équipement.■

1. Enquête réalisée par le cabinet Gallileo Business Consulting sur un échantillon représentatif de 400 ophtalmologistes couvrant l'ensemble du territoire français.

Marc Simoncini (Sensee.com) s'en prend au marché...

Marc Simoncini, qui avait lancé le site Sensee.com en 2011 avec l'ambition de casser le marché en vendant des équipements « deux fois moins cher », ne parvient pas à faire décoller son activité lunettes correctrices. Il accuse donc le secteur et son organisation de freiner son développement en « cadennassant » le marché de l'optique avec des pratiques anticoncurrentielles, sans tenir compte de freins que constitue aussi bien pour les fournisseurs que pour les porteurs la difficulté de prendre des mesures fiables en ligne du fait de l'absence physique d'un opticien.■

Prise de mesure sur iPad

Essor propose Essor Studio, un nouveau système de mesure sur iPad. Il assure un résultat rigoureux, y compris en VP. Gouachage visible pour l'ensemble des géométries. Il comprend deux

autres modules destinés à l'opticien pour le choix des montures et l'aide à la vente : la réalité augmentée permet au client d'essayer virtuellement les différentes géométries de verre tout en respectant rigoureusement la prescription.

Hoya lance BlueControl contre la lumière bleue

Fort du succès au Japon depuis son lancement il y a un an, Hoya lance en Europe BlueControl et marque ainsi 50 ans d'innovation dans le traitement des verres ophtalmiques, le premier traitement monocouche pour verres minéraux ayant vu le jour en 1963. BlueControl neutralise en partie les rayons bleus émis par les écrans à cristaux liquides (LCD) et à diodes électroluminescentes (LED), diminuant ainsi la fatigue oculaire que cela peut entraîner. En effet, les smartphones, les tablettes, les ordinateurs portables et autres écrans émettent tous une lumière bleue appelée également lumière à haute énergie visible (HEV). Elle est également présente dans les éclairages d'intérieurs à économie d'énergie et dans les rayons solaires. Si elle est indispensable à notre état d'éveil, une surexposition pourrait entraîner une fatigue oculaire, voire une sensation de brûlure, des maux de têtes et des insomnies en raison de la perturbation du rythme de notre horloge biologique. Une étude réalisée en 2012¹ indique en effet que 83 % des porteurs de lunettes utilisant des technologies numériques au quotidien signalent une gêne oculaire pendant et après cette utilisation.■

1. Étude de l'attitude des consommateurs à l'égard des traitements antireflets effectuée auprès de 1204 porteurs de lunettes dans six pays européens. Millward Brown, novembre 2012.

Neva Max UV, nouvel antireflet de BBGR

Neva Max UV possède toutes les caractéristiques qui ont fait le succès de Neva Max : transparent durablement, hydrophobe, oléophobe, antistatique et résistant aux micro-rayures. Il apporte en plus la protection contre les UV avec un indice Eye-Sun Protection Factor (E-SPF) de 25, soit une protection jusqu'à 25 fois plus importante que sans verre. Neva Max UV réduit également la réflexion des UV en face arrière.

Par ailleurs, BBGR a reçu le label OFG qui certifie l'origine française des produits fabriqués sur son site de Provins en Seine-et-Marne et a annoncé le lancement prochain d'une nouvelle gamme de verres progressifs. ■

L'orthokératologie pour corriger la presbytie ?

Dans une étude australienne¹, 16 patients presbytes emmétropes ont été équipés sur un œil seulement (l'autre œil servant de contrôle, ce qui permettait également de conserver la vision de loin), avec une lentille rigide orthokératologique hypermétropique apportant une correction de +2,00 D qu'ils ont portée toute la nuit pendant une semaine. Une mesure de la réfraction subjective et de la topographie cornéenne a été réalisée au réveil et sept heures après.

Les modifications enregistrées ont permis d'obtenir une vision de près fonctionnelle avec le maintien de la vision à distance, mais ces changements sont réversibles : ils s'estompent au cours de la journée et disparaissent au bout d'une semaine à l'arrêt du port de la lentille. L'étude se poursuit pour apprécier les effets d'une période de port plus longue. Cependant, le risque majeur de ne corriger qu'un seul œil est la perte de la vision stéréoscopique. ■

1. Gifford P, Swarbrick HA. Refractive changes from hyperopic orthokeratology monovision in presbyopes. *Optometry & Vision Science* 2013 (avril);90(4):306-13.

Lancement prochain de Crizal Previncia par Essilor

Ces verres préventifs protégeront sélectivement de la lumière bleue nocive (reconnue comme probable facteur de risque de la DMLA) et des UV (impliqués dans l'apparition de la cataracte). Quatre années de recherches ont été nécessaires, menées en partenariat avec l'Institut de la Vision et pilotées par le Professeur José-Alain Sahel, pour identifier précisément, au sein de la lumière bleue, la partie du spectre lumineux toxique pour certaines cellules de la rétine. Il a pu ainsi être démontré qu'il s'agit des longueurs d'onde se situant entre 415 et 455 nm (bande spectrale centrée sur 435 nm $\pm$ 20 nm), correspondant à la lumière bleu-violet. Crizal Previncia filtrera ainsi précisément ces rayons néfastes et les UV, tout en laissant passer la lumière bleue ayant des effets bénéfiques, notamment la régulation de l'horloge biologique interne. Il s'adressera à tous les porteurs, notamment aux enfants et aux plus de 45 ans, davantage vulnérables à la lumière bleu-violet.

Dans le même registre, Essilor vient d'annoncer la signature d'un accord de licence exclusif avec la société américaine High Performance Optics dont les activités sont centrées sur la protection de la rétine humaine de la lumière bleue. ■

Nouveaux produits

Nouvelle gamme Ortopad® Happy

Elle remplace la gamme Simpaty, en conservant les propriétés hypoallergéniques communes à tous les caches Ortopad® (support aéré en coton doux et adhésif, hot-melt sans latex ni caoutchouc). Elle offre cinq nouveaux grands motifs pour filles et garçons, en boîtes de 20 pièces et trois tailles différentes : junior, medium, regular.

Tous les modèles d'Ortopad® sont désormais disponibles avec une nouvelle forme anatomique et des encoches au niveau du nez. ■

www.ORTOPAD.fr

Les derniers-nés de la famille Cirrus

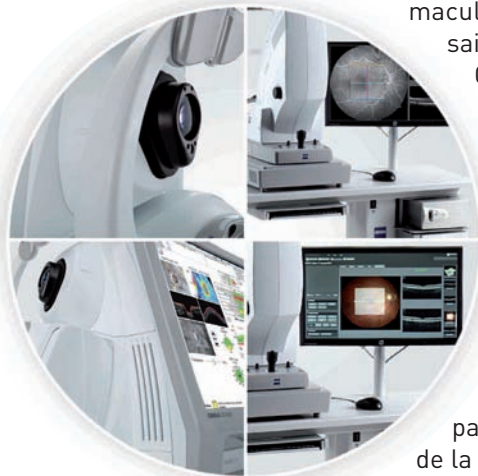
Carl Zeiss Meditec a présenté fin février ses quatre nouveaux OCT Cirrus.

- *Le Cirrus HD-OCT 5000* est une station clinique puissante qui permet d'accéder au maximum des capacités d'acquisition et d'analyse que ce soit en rétinopathie ou en glaucome. Il dispose d'un eye-tracker, le Fast Trac®, qui va permettre de travailler sans pâtir des artefacts de mouvement liés à l'œil et aussi de réaliser un suivi dynamique de la rétinopathie.
- *Le Cirrus HD-OCT 500*, version compacte déclinée du 5000, possède toute la technologie requise pour les acquisitions papillaires et maculaires et les analyses maculaires et glaucome nécessaires au quotidien.

Ces deux modèles sont dans la continuité des Cirrus 400 et 4000, mais permettent de travailler plus vite : ainsi, la vitesse de balayage de 27 000 A-scans/s a été portée à 68 000 A-scans/s. L'ordinateur est également plus performant et permet de travailler sans être ralenti par les capacités informatiques de la machine.

Par ailleurs, le confort et l'ergonomie ont été améliorés avec un écran agrandi à 19 pouces, et un clavier et une souris sans fil.

- *Le Cirrus photo 800* est un imageur polyvalent multimodalité qui va permettre de faire de l'OCT, de l'image fond d'œil couleur, de l'angiographie à la fluorescéine comme au vert d'indocyanine (en option), et de l'autofluorescence.
- *Le Cirrus photo 600* permet de faire de l'OCT, de la couleur en mode non mydriatique et de l'autofluorescence (en option). ■



Congrès et formations

Rencontres bordelaises d'ophtalmologie

Palais de la Bourse, Bordeaux

11-12 octobre 2013

Le programme de ces rencontres organisées par Jean-François Korobelnik, Marie Bénédicte Rougier et Marie Noëlle Delyfer portera sur les thèmes suivants :

- Les traitements de la DMLA (modérateur : Y. Cohen)
- DMLA : nutrition, prévention (modérateur : M.B. Rougier)
- Pot-pourri de cas cliniques originaux en OCT (modérateurs : A. Gaudric, M.B. Rougier, M.N. Delyfer, S. Razavi)
- Chirurgie maculaire (modérateur : J.-F. Korobelnik)
- Œdème maculaire (modérateur : M.-N. Delyfer)

Programme scientifique détaillé et inscriptions : www.congres-rbo.fr

6^e Journées alsaciennes d'ophtalmologie (JAO)

Palais des Congrès de Strasbourg

29-30 novembre 2013

Sous la direction scientifique d'Olivier Naoun, Valérie Klinger, David Gaucher et Marie Weissrock, la manifestation sera organisée en ateliers et en deux séances plénières qui porteront sur :

- vendredi 29 : la chirurgie de la presbytie et les implants multifocaux,
- samedi 30 : le glaucome.

Programme détaillé et inscriptions : <http://www.congres-jao.fr>

AOP/ACR 2013

Palais des Congrès, Paris

13-14 décembre 2013

La 26^e édition des AOP et la 5^e édition des ACR permettront de suivre jusqu'à 14 ateliers pratiques dans un programme personnalisé parmi plus de 120 sessions interactives animées par 140 spécialistes et experts. 11 thématiques et hyper-spécialités seront abordées en 2 jours.

Cette année, la formule « Un jour pour être à jour » portera sur l'ophtalmopédiatrie (coordination : Laurent Laloum) et la contactologie (coordination : Florence Malet), et les séances plénières sur Actualités DMLA 2013 (coordination : Eric Souied) et Pièges diagnostiques en neuro-ophtalmologie (coordination : Dan Miléa).

Des sessions pratiques seront organisées autour des appareils diagnostiques.

Les sessions de perfectionnement en chirurgie réfractive seront coordonnées par Yves Bokobza, Laurent Gauthier-Fournet et Dan Lebuissou.

Programme détaillé et inscription : www.aop-acr.fr



Quand et pourquoi une « prescription de lunettes » ne donne-t-elle pas satisfaction ?

Cati Albou-Ganem¹, Jean-Pierre Meillon²

Pour une amétropie donnée, il est possible de trouver des différences plus ou moins importantes entre la réfractométrie automatique, la réfraction subjective et le dosage final d'une correction. Le verre correcteur qui donne la meilleure acuité n'est pas forcément celui qui est le mieux toléré. Les patients actuels ne sont pas habitués à faire des efforts d'adaptation et souhaitent un confort et un résultat immédiats...

Cet article rassemble les principales causes d'intolérances les plus fréquemment rencontrées en « lunettes », et suggère quelques conseils pratiques basés sur l'expérience.

Vision de loin

Mauvaise tolérance d'une prescription établie à partir d'un autoréfractomètre

Cause :

- réfractométrie très différente :
 - de l'hypothèse établie en fonction de l'acuité brute (règle de Swaine) (tableau I),
 - de la correction anciennement portée.

Solution :

→ refaire une réfraction subjective et doser la correction en fonction de l'hypothèse et/ou des anciens verres.

Mauvaise tolérance d'une sous- ou d'une surcorrection de la myopie ou de l'hypermétropie

Causes :

- spasmes accommodatifs,
- mauvaise participation subjective du patient,
- hétérophories,
- correction trop différente de celle des anciens verres.

Solutions :

→ refaire un examen de la réfraction sous cycloplégie (chez l'adulte, les différences plus convexes ou moins concaves ne doivent pas dépasser 0,75 D),
→ tenir compte de l'indice de satisfaction donné par les anciens verres.

Tableau I. Principales hypothèses fondées sur la règle de Swaine et l'expérience clinique en fonction de l'acuité brute.

Acuité	Myopie	Hypermétropie	Astigmatisme myopique	Astigmatisme hypermétropique
0,1	-2,50	+2,50 + acc	[0°-5,00] Plan [90°-3,00] Plan	[90°-5,00]+5,00 + acc [0°-3,00]+3,00 + acc
0,25	-1,00	+1,00 + acc	[0°-2,50] Plan [90°-1,50] Plan	[90°-2,50]+2,50 + acc [0°-1,50]+1,50 + acc
0,5	-0,50	+0,50 + acc	[0°-1,50] Plan [90°-0,75] Plan	[90°-1,50]+1,50 + acc [0°-0,75]+0,75 + acc
0,8	-0,25	+0,25 + acc	[0°-0,75] Plan [90°-0,37] Plan	[90°-0,75]+0,75 + acc [0°-0,37]+0,37 + acc
1	Plan	Plan + acc	[0°-0,50] Plan [90°-0,25] Plan	[90°-0,50]+0,50 + acc [0°-0,25]+0,25 + acc

Mauvaise tolérance d'une sous- ou d'une surcorrection de l'astigmatisme et/ou d'un changement d'axe

Causes :

- dosage insatisfaisant de la correction cylindrique par rapport à la correction sphérique associée,
- choix de l'orientation de l'axe ne tenant pas compte du port de tête du patient (forts astigmatismes),
- correction trop différente de celle des anciens verres,
- déformations asymétriques OD/OG (anamorphoses) générées par des corrections asymétriques.

Solutions :

→ rechercher la sphère appropriée et éviter les surcorrections cylindriques,

1. Ophtalmologiste, Paris 2. Opticien consultant - Vision Contact, Paris

- ne pas changer radicalement l'axe d'une forte correction cylindrique ancienne (l'utilisation du cylindre croisé de Jackson est conseillée),
- éviter de trop s'écarter de l'ancienne correction cylindrique quand celle-ci donne satisfaction,
- réduire les écarts de corrections asymétriques, surtout lorsqu'elles comportent des axes obliques.

Acuité visuelle (AV) binoculaire moins bonne que l'AV du meilleur œil

Solutions :

- hétérophories,
- microstrabisme,
- anisométrie décompensée (corrigée tardivement).

Note : en cas de correction par verres de lunettes d'une anisométrie de puissance (d'origine cristallinienne ou cornéenne) décompensée ou postopératoire, l'aniséiconie dioptrique induite est très gênante.

Solutions :

- rechercher une hétérophorie ; vérifier les anciens centrages,
- ne pas surcorriger l'œil dominé, surtout dans les cas de microstrabisme ou de strabisme (sauf avis contraire du strabologue),
- doser la correction en fonction de l'AV binoculaire,
- réduire l'écart des corrections OD/OG et demander une fabrication spéciale des verres correcteurs susceptibles de réduire l'aniséiconie dioptrique (ces verres iséiconiques sont inesthétiques).

Note : la correction est satisfaisante lorsque l'AV binoculaire est égale ou supérieure à celle du meilleur œil.

AV moins bonne qu'avec les anciens verres pour une formule et un centrage identiques

Solutions :

- nouvelle distance œil/verre différente de celle des anciens verres,
- indice de réfraction des nouveaux verres très différent de celui des anciens verres.

Solutions :

- modifier si possible la distance œil/verre par un réglage de la monture, ou changer de monture,
- revenir à un indice de réfraction proche de celui des anciens verres.

Mauvaise tolérance binoculaire de la nouvelle correction

Solutions :

- décompensation des phories avec la nouvelle correction,
- centrage des nouveaux verres différent de celui des anciens verres,

- œil dominant sous- ou surcorrigé,
- œil dominé sous- ou surcorrigé par rapport à l'ancienne correction.

Solutions :

- réduire la différence de correction par rapport aux anciens verres en contrôlant la fusion à l'aide du test de Worth, ou d'un point lumineux et d'un filtre rouge,
- vérifier les anciens et les nouveaux centrages (les géométries optiques actuelles exigent des centrages rigoureux selon certaines spécificités),
- vérifier que l'œil habituellement dominant n'est pas pénalisé,
- éviter de surcorriger l'œil dominé en monoculaire, terminer le dosage en binoculaire.

Mauvaise tolérance d'une formule juste

Solutions :

- mauvais centrage par rapport à l'écart pupillaire,
- nouveaux verres bien centrés, anciens verres mal centrés,
- géométrie optique des nouveaux verres différente de celle des anciens,
- nouvelle correction très différente de l'ancienne.

Solutions :

- vérifier ou faire vérifier le centrage,
- si les anciens verres mal centrés étaient bien tolérés, rechercher les hétérophories,
- si une nouvelle géométrie et/ou un nouvel indice de réfraction sont responsable(s) de l'intolérance : retour à une géométrie et/ou un indice de réfraction proche(s) de l'ancien équipement,
- réduire la différence de correction par rapport aux anciens verres.

Vision de près

Mauvaise tolérance de l'addition prescrite

Solutions :

- mauvais centrage,
- insuffisance de convergence,
- addition trop ou pas assez forte par rapport à l'accommodation restante ou la distance de lecture (posture au travail, longueur des avant-bras, hauteur du buste) (tableau II).

Solutions :

- vérifier le centrage,
- demander un bilan orthoptique,
- augmenter ou réduire l'addition en fonction du résultat et de la distance de travail requise.

Tableau II. Relation entre l'âge et l'accommodation restante.

Âge	45	47	50	53	55	57	60	65	70
Accommodation	2,50	2,25	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50
Proximum avec VL	0,40 m	0,44 m	0,50 m	0,57 m	0,66 m	0,80 m	1,00 m	1,33 m	2,00 m
Addition (*)	1,00 D	1,25 D	1,50 D	1,75 D	2,00 D	2,25 D	2,50 D	2,75 D	3,00 D
Remotum avec addition	1,00 m	0,80 m	0,66 m	0,57 m	0,50 m	0,44 m	0,40 m	0,36 m	0,33 m

* Pour un proximum à 0,28 m avec correction VP.

Presbyte âgé de plus de 65 ans et addition 3,00 ne permettant pas la lecture du P2

Causes :

- choix de l'addition ne tenant pas compte de l'AV (probablement faible et non améliorable),
- insuffisance de convergence.

Solutions :

→ augmenter l'addition en fonction de la règle de Kestenbaum (*encadré*) et de l'accommodation restante,
 → rééducation orthoptique en cas d'insuffisance de convergence, ou prismation à base nasale pour les très fortes additions (basses visions).

Règle de Kestenbaum

L'inverse de l'AV donne l'addition de prédiction pour la lecture du P4.

L'inverse de l'AV x 2 donne l'addition de prédiction pour la lecture du P2.

Mais l'addition utile est égale à l'addition de prédiction moins 50 % de l'accommodation restante.

Additions de prédiction en fonction de l'AV.

AV	Lecture du P4 Add = 1/AV	Lecture du P2 Add = 1/AV x 2
1	1,00 D	2,00 D
0,8	1,25 D	2,50 D
0,63	1,58 D	3,16 D
0,5	2,00 D	4,00 D
0,4	2,50 D	5,00 D
0,32	3,12 D	6,25 D
0,25	4,00 D	8,00 D
0,2	5,00 D	10,00 D
0,16	6,25 D	12,50 D
0,125	8,00 D	16,00 D
0,1	10,00 D	20,00 D

Note : Le remotum avec addition VP est égal à l'inverse de l'addition : par exemple, add 5,00 → remotum VP = 1/5,00 soit 0,20 m.

Mauvaise tolérance de la correction de l'astigmatisme en vision de près

Causes :

- surcorrection cylindrique ou addition trop faible,
- sous-correction cylindrique par rapport aux anciens verres,
- choix de l'axe insatisfaisant pour la VP.

Solutions :

→ sous-corriger le cylindre

chaque fois qu'il nécessite une augmentation anormale de l'addition,

→ éviter les sous-corrrections cylindriques par rapport aux anciennes corrections, surtout si celles-ci ne gênaient pas,

→ éviter les axes obliques asymétriques lorsque les anciens verres n'en comportaient pas. Utiliser le cylindre croisé de Jackson pour trouver l'axe ou les axes préférentiel(s).

Vision dynamique ou spatiale

Mauvaise tolérance binoculaire d'une nouvelle correction symétrique après décompensation ou après pseudophakie

Causes :

- mauvais centrage,
- hétérophories décompensées avec le changement de correction,
- hétérophories décompensées lors de l'emmétropisation d'une forte amétropie par pseudophakie.

Solutions :

→ vérifier ou faire vérifier le centrage,

→ proposer un dosage de la correction favorisant un meilleur équilibre binoculaire et, si nécessaire, une rééducation orthoptique,

→ augmenter ou réduire l'addition en fonction du résultat et de la distance de travail requise.

Note : on a intérêt à contrôler l'équilibre binoculaire d'un fort amétrope avant emmétropisation par pseudophakie. Une décompensation des phories est fréquente en post-opératoire surtout chez les forts myopes.

Intolérance binoculaire d'une correction asymétrique ou postopératoire

- d'un astigmatisme (moyen ou fort),
- d'une anisométrie (moyenne ou forte).

Causes :

- anisophorie (disparités des effets prismatiques OD/OG induits en vision excentrée lors de corrections asymétriques),

- aniséiconie dioptrique (disparités des grandeurs d'images rétinienne OD/OG lors de corrections asymétriques),
- anamorphose (déformations des objets, des lignes verticales et/ou horizontales... générées par les verres correcteurs dans les corrections tardives ou postopératoires d'un fort astigmatisme, très gênantes lorsque les axes sont obliques et asymétriques).

Solution :

→ choisir le moyen de correction capable de redonner un meilleur confort binoculaire.

Si l'anisométrie postopératoire est importante, penser si possible à une correction par lentilles de contact ou à une chirurgie réfractive.

Intolérance d'une géométrie optique décambrée et/ou asphérique (verres amincis, plus plats)

Causes :

- centrage inadapté par rapport aux consignes du fabricant,
- ces géométries optiques génèrent en périphérie du verre une variation de puissance de 0,12 à 0,37 D pour des amétropies moyennes à fortes (entre 3,00 et 6,00 D) se traduisant par une sous-correction chez le myope et une surcorrection chez l'hypermétrope en vision excentrée,
- la correction des faisceaux obliques prise en compte dans les verres asphériques pour réduire les astigmatismes induits en vision excentrée peut générer une gêne sensorielle chez l'amétrope corrigé depuis longtemps avec des verres classiques plus cambrés.

Solutions :

- faire vérifier le centrage horizontal et vertical (spécifique pour les verres asphériques) et l'angle pantoscopique (inclinaison de la face de la monture),
- vérifier la distance verre/œil et « ajuster » la correction au test rouge/vert, ce type de verres ne tolérant pas les sous-corrections chez les myopes et les surcorrections chez les hypermétropes,
- revenir à une géométrie optique plus classique si la gêne persiste.

Intolérance d'une sur- ou d'une sous-correction de la VL avec des verres progressifs

Cause :

- les verres progressifs comportent une variation de puissance sur l'axe horizontal de la VL en vision excentrée qui se traduit par une surcorrection pour les verres positifs et une sous-correction pour les verres négatifs, responsable d'une vision floue sur les côtés.

Solution :

→ le test « duochrome » permet d'éviter les sous- ou surcorrections non souhaitées. Avec les verres progressifs, il faut éviter toute sous-correction chez le myope et toute surcorrection chez l'hypermétrope, sauf en cas de déséquilibre binoculaire auquel cas il faut prévenir le patient.

Intolérance d'un verre progressif dans les cas de faibles myopies ($\leq 3,00$ D)

Causes :

- verres sous-correctés en VL (voit flou sur les côtés) est mieux avec ses verres unifocaux,
- voit mieux de près sans lunettes !

Solutions :

- éviter toute sous-correction dans les cas de faibles myopies,
- éviter la prescription d'un verre progressif dans les cas de faibles myopies, sauf si le patient a absolument besoin d'une vision simultanée loin/près en permanence.

Intolérance d'une addition forte chez un sujet âgé, avec des verres bifocaux ou progressifs

Causes :

- voit flou ses pieds et les marches d'escalier,
- la plage nette de VP est jugée trop étroite en largeur dans le cas de verres progressifs.

Solution :

→ prescrire des verres bifocaux ou des progressifs avec une addition plus faible pour circuler et, si nécessaire, compléter par des unifocaux ou des verres de proximité avec la correction VP souhaitée.

Intolérance binoculaire de verres progressifs en VP chez l'anisométrope presbyte

Cause :

- disparités des effets prismatiques verticaux OD/OG dans la zone excentrée de VP responsables d'une anisophorie induite (risque de diplopie chez l'anisométrope décompensé ou postopératoire).

Solutions :

- en cas d'intolérance majeure, proposer des verres bifocaux de type hémichamps pour travailler (VL/VP, VL/VI ou VI/VP),
- en cas de bonne tolérance pour la vie courante en VL et en VI, proposer des unifocaux VP pour la lecture intense, ou des verres de proximité VP/VI pour la lecture et le travail sur écran.

Controverse en lentilles journalières

Propos de Jean-Philippe Colliot¹ et de Joël Monroy² recueillis
par Thomas Gaujoux³

La part de marché des lentilles jetables journalières est en constante progression ces dernières années (+8,7 % en 2011). Ces lentilles vont-elles supplanter les lentilles de contact mensuelles ? Au niveau mondial, les lentilles journalières représentent déjà plus de 90 % de l'adaptation des lentilles de contact souples, d'après une nouvelle étude effectuée par l'université australienne de technologie de Queensland [1].

Nous avons demandé à deux ophtalmologistes contactologues, le Dr Colliot et le Dr Monroy, de nous donner leurs impressions afin de mieux appréhender les avantages et les inconvénients de ces lentilles de contact à usage unique.

Les lentilles journalières chez l'adolescent

L'adolescent semble être une des principales indications de ce type de lentilles. Cependant, ces lentilles doivent-elles être prescrites en première intention chez ces patients ?

Le Dr Colliot nous rappelle que la première prescription de lentilles chez l'adolescent est un choix difficile. Si, en théorie, une lentille journalière est la garantie d'un équipement toujours performant tant sur le plan sécuritaire que fonctionnel avec une lentille neuve chaque jour, la pratique doit pondérer cette affirmation. En effet, il est observé, en cas de mésusage, une majoration du risque infectieux avec les lentilles journalières, surtout quand elles sont portées plusieurs jours de suite pour des raisons économiques et conservées soit dans la solution et le blister d'origine, soit dans un liquide inapproprié (l'arrivée prochaine de blisters plats devrait limiter ces pratiques). Qui plus est, le port sécuritaire chez un adolescent est plus l'apanage des lentilles rigides et l'on sait que le passage du port de lentilles souples aux rigides est bien souvent un échec.

De plus, arrivent en consultation des adolescents ayant négocié avec leurs parents le port de lentilles pour une

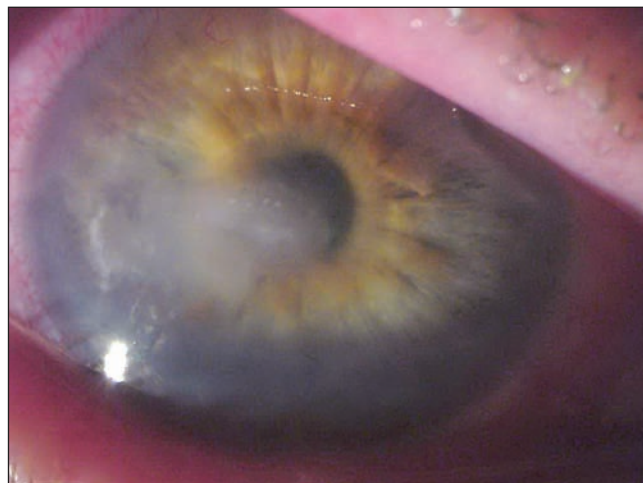


Figure 1. Kératite fongique secondaire à un mésusage de lentilles de contact journalières.

activité bien spécifique, sportive hebdomadaire ou pluri-hebdomadaire. Le calcul financier a déjà été esquissé par les parents et proposer un autre type d'équipement (les lentilles rigides nécessitent, pour un confort optimum le port quotidien) implique un argumentaire documenté et chiffré.

Le Dr Colliot ajoute qu'en cas de myopie faible à modérée, surtout évolutive, l'orthokératologie est une solution à proposer car elle est encadrée par une adaptation rigoureuse et gérée par l'adolescent à la maison, avec le secours éventuel des parents. La freination de la myopie, prouvée par les études récentes, est un atout pour ces lentilles. Selon lui, les lentilles journalières sont une deuxième intention, en complément des lentilles rigides, pour les situations ponctuelles où la lentille rigide n'est

Des cas cliniques sur les lentilles journalières rédigés par Evelyne Le Blond seront publiés dans notre prochain numéro (n°170, mai 2013).

1. Chantilly 2. Bordeaux 3. Nîmes.

pas indiquée. Elles prouvent alors leur utilité dans cette indication.

Selon le Dr Monroy, les lentilles journalières paraissent la meilleure indication chez un adolescent : absence d'entretien, lentille neuve tous les jours, mais cette simplicité entraîne une banalisation de ce qui est un dispositif médical. L'aspect « prêt à poser » fait oublier les consignes d'hygiène et les recommandations de vigilance sont négligées. Comme le Dr Colliot, il insiste sur les potentielles complications infectieuses graves (*figure 1*) comme le montre l'étude du Pr Bourcier [2].

Le passage de la lentille mensuelle à la journalière

Depuis la mise sur le marché de lentille journalière en silicone-hydrogel, se pose la question des indications de lentilles mensuelles pour des patients dont la réfraction permet une correction en lentille journalière en silicone-hydrogel.

Le Dr Colliot rapporte que les matériaux des lentilles mensuelles en silicone-hydrogel ont des caractéristiques différentes de celles des lentilles journalières, tant en perméabilité qu'en hydrophilie ou en coefficient de friction.

Dans l'absolu, une lentille journalière en silicone-hydrogel permet une oxygénation cornéenne suffisante pour le port journalier, mais peu d'entre elles atteignent le Dk/e de 120 nécessaire à un port plus prolongé : si les lentilles sont portées de 6 h 30 à 23 h quotidiennement, le choix pourra aller vers les lentilles mensuelles, en imposant un entretien non substituable, au mieux par un peroxyde, si le port n'est pas discontinu. Cependant, le Dr Colliot rappelle certaines indications des lentilles journalières,

comme une pathologie de surface oculaire qui peut nécessiter un renouvellement quotidien car on sait que les lentilles en silicone-hydrogel, moins hydrophiles que les hydrogels, ont tendance à attirer les dépôts lipidiques dont l'élimination par les solutions d'entretien reste difficile. C'est donc pour ces patients que les lentilles journalières seront le plus profitables.

Le Dr Monroy insiste sur l'aspect économique qui est un facteur important à prendre en compte et aussi sur le fait qu'en pratique quotidienne, le coût d'une adaptation est au cœur des préoccupations des patients. Les indications des lentilles mensuelles ou bimensuelles restent ainsi prédominantes pour une raison évidente : le coût.

Le concept développé par Efron et Morgan en 2010 montre qu'au-delà de quatre jours par semaine pour une sphérique, trois jours pour une torique, la lentille journalière est plus coûteuse que la même lentille mensuelle ou bimensuelle. L'argument de banalisation du dispositif médical reste vrai et s'ajoute à l'argument du coût.

Les lentilles journalières chez le presbyte

De plus en plus de patients presbytes désirent être équipés en lentilles. Quelle place occupe aujourd'hui les lentilles journalières chez le sujet presbyte ?

Contrairement à l'adolescent, la lentille journalière est pour le Dr Colliot un excellent mode d'entrée dans l'équipement des presbytes, démystifiant ce qui est souvent une première adaptation. Il est fréquent que la demande soit ponctuelle, pour certaines activités ou sorties, et le facteur économique est moins pesant à l'âge de la presbytie.

Le choix est malheureusement limité à trois fabricants : Cibavision-Alcon, Ophtalmic et Coopervision.

Il faut espérer que chez les patients presbytes la gamme de lentilles journalières s'étoffe car les problèmes de sécheresse modérée ou de blépharite chronique (rendant le port difficile après quelques jours) sont fréquents. Et l'on espère, sans trop y croire, l'arrivée des lentilles journalières toriques en silicone-hydrogel pour presbytes.

Selon le Dr Monroy, les lentilles jetables journalières pour presbytes sont donc encore peu présentes dans la pratique courante. Elles se réduisent aux trois laboratoires cités précédemment à moins d'avoir recours à la monovision.

Les lentilles journalières chez l'astigmate

Beaucoup de patients astigmates sont demandeurs de lentilles. La majorité des patients astigmates peut-elle être équipée en lentilles journalières ?

Selon le Dr Colliot, toujours dans l'absolu, la lentille journalière est un excellent choix pour tous, mais se heurte à la réalité. Les lentilles mensuelles pour astigmates ont une perméabilité bien supérieure aux lentilles journalières, et c'est important car les systèmes de stabilisation sont tous basés sur des différences d'épaisseur. On sait que la perméabilité d'une lentille est inversement proportionnelle à l'épaisseur. Ainsi, au niveau du prisme ballast, même pour des lentilles en silicone-hydrogel, on n'atteint pas la moitié de la perméabilité d'une lentille sphérique. Et pour le moment, la gamme de lentilles journalières en silicone-hydrogel pour astigmates a des coefficients Dk/e inférieurs à 60 alors que les lentilles mensuelles sont deux fois plus perméables.

De plus, le Dr Colliot rappelle que les gammes de lentilles mensuelles en silicone-hydrogel sont bien plus étendues, en particulier pour le choix des axes et des cylindres. Les lentilles journalières se limitent généralement à deux cylindres possibles et des axes autour de 0° et 90°. Cependant, dans l'indication d'un port discontinu, si les axes et les puissances sphéro-cylindriques sont disponibles, la correction de l'astigmatisme en lentilles journalières est préférable à celle en lentilles mensuelles mal entretenues.

Le Dr Monroy ajoute que dans la majorité des cas, les patients astigmates peuvent être équipés en lentilles journalières parce que les puissances sphériques, les cylindres et les axes proposés sont les plus courants statistiquement. Il n'en reste pas moins que les hypermétropes astigmates ne sont guère favorisés, les cylindres au-delà de -1,75 dioptries n'étant pas équipables, de même que les astigmatismes obliques.

Quel avenir pour les lentilles journalières ?

En raison de la modification des matériaux et de l'élargissement des gammes des lentilles journalières, n'est-il pas probable que ce type de lentille sera de plus en plus prescrit dans l'avenir ?

Le Dr Colliot le pense. Cependant, il insiste sur les freins qu'il faudra lever petit à petit :

- frein économique par le coût de production des lentilles journalières qui nécessitent une infrastructure lourde réservée aux fabricants d'une taille importante (multinationales) ;
- frein technique car tous les matériaux, surtout les plus performants, ne se travaillent pas de façon aisée et ne peuvent reproduire en journalières les différentes versions des mensuelles mises sur le marché à un coût abordable ;
- frein culturel de certains adaptateurs craignant le risque de démedicalisation par la banalisation d'un produit jetable si facilement ;
- frein commercial car la concurrence des distributeurs n'est pas toujours transparente pour le porteur et les écarts de prix d'achat pour un même produit sont rapidement multipliés en lentilles journalières ;
- frein sécuritaire, surtout pour les plus jeunes, dont les habitudes de port peuvent rapidement dévier vers le mésusage.

Le Dr Monroy pense que les modifications à venir vont augmenter la prescription de ces lentilles encore limitée en France. Il insiste également sur le risque de banalisation de ce type de lentilles assimilé à un mouchoir jetable, surtout si elles sont vendues sur Internet ou délivrées par des opticiens sans contrôle et sans conseils d'un ophtalmologiste pour l'adaptation, l'hygiène et l'observance.

Il craint ainsi qu'une augmentation de leur prescription n'aille de pair avec l'augmentation des kératites microbiennes, la consultation chez l'ophtalmologiste se faisant alors trop tard.

Bibliographie

1. Efron N, Morgan PB, Woods CA; International Contact Lens Prescribing Survey Consortium. International survey of contact lens prescribing for extended wear. *Optom Vis Sci.* 2012;89(2):122-9.
2. Sauer A, Abry F, Berrod JP, Bron A, Burillon C, Chiquet C, Colin J, Creuzot-Garcher C, Delbosc B, Hoffart L, Kodjikian L, Labetoulle M, Malet F, Merle H, Robert PY, Vabres B, Beynat J, Brisard M, Combey de Lambert A, Donnio A, Gendron G, Pagot R, Saleh M, Gaucher D, Speeg-Schatz C, Bourcier T. Study and prevention of contact lens-related microbial keratitis with a standardized questionnaire. *J Fr Ophtalmol.* 2010;33(10):701-9.



Glaucome à pression normale. Quand suspecter une neuropathie non glaucomateuse ? Quand demander des examens complémentaires ?

Cédric Lamirel

Cet article souligne le fait que, même pour des experts, il est difficile d'évaluer la pâleur d'une papille excavée et que sa non-reconnaissance va conduire les ophtalmologistes à classer ces papilles comme glaucomateuses, le risque étant de méconnaître un processus évolutif (en particulier tumoral), retardant le diagnostic de la neuropathie optique. Il donne les clefs pour suspecter une neuropathie non glaucomateuse et demander des examens complémentaires à la recherche d'une atteinte de la vision centrale.

Le glaucome à pression est un diagnostic difficile. Si toutes les papilles glaucomateuses s'excavent, d'autres neuropathies optiques peuvent aboutir à une excavation papillaire pathologique qui, en l'absence d'hypertonie oculaire, peut faire porter par excès le diagnostic de glaucome à pression normale. Le risque est essentiellement de méconnaître un processus évolutif (en particulier tumoral) sur lequel le traitement antiglaucomateux n'aura que peu d'efficacité, entraînant une escalade thérapeutique inutile et qui va retarder la mise en évidence de la cause réelle de la neuropathie optique.

La distinction d'une excavation glaucomateuse ou non glaucomateuse n'est pas si facile

Cette difficulté a été prouvée par une équipe néo-zélandaise et australienne et publiée dans *Ophthalmology* en 2011. Les auteurs ont demandé à 23 experts mondiaux du glaucome ou de neuro-ophtalmologie d'évaluer 60 papilles en stéréophotographie couleur. Quinze papilles provenaient de sujets normaux, 15 de patients glaucomateux, 15 de patients avec une atrophie optique dominante (AOD), et 15 de patients avec une neuropathie optique héréditaire de Leber (NOHL). Ces deux types de neuropathie optique héréditaire ont été choisis car, en plus de la classique pâleur papillaire, il existe souvent une exca-

vation de la tête du nerf optique.

Les experts devaient évaluer : la taille, la forme et la dysversion de la papille ; l'atrophie péripapillaire ; le C/D vertical ; la forme et la profondeur de l'excavation ; la perte d'épaisseur des fibres nerveuse (RNFL, *Retina Nerve Fiber Layer*) ; la présence d'une hémorragie papillaire ; la présence d'une pâleur papillaire et donner le diagnostic le plus probable (normal, glaucome, AOD, NOHL). Les experts n'avaient aucune autre donnée clinique que les stéréophotographies couleurs de la papille. Le diagnostic proposé par les experts était correct dans 87 % des papilles normales et dans 75 % des papilles glaucomateuses mais dans seulement 27 % des papilles d'AOD et 16 % des papilles de NOHL. Dans ces deux derniers cas, le diagnostic de glaucome était porté respectivement dans 48 % et 39 % des erreurs de diagnostic. Les réponses étaient concordantes sur l'absence de pâleur des papilles normales et glaucomateuses. Toutefois en présence d'une neuropathie optique héréditaire, les réponses des experts étaient plus souvent discordantes sur la présence ou l'absence d'une pâleur papillaire conduisant souvent au diagnostic erroné de glaucome.

Cet article souligne le fait que, même pour des experts, il est difficile d'évaluer la pâleur d'une papille excavée et que sa non-reconnaissance va conduire les ophtalmologistes à classer ces papilles comme glaucomateuses. L'absence d'hypertonie oculaire devant une excavation papillaire doit donc inciter l'ophtalmologiste à la prudence et à envisager les autres neuropathies optiques non glaucomateuses qui peuvent s'excaver (*tableau I*).

Service du Pr Cochereau, Fondation ophtalmologique A. de Rothschild et Hôpital Bichat-Claude Bernard, Paris.

Un interrogatoire policier est nécessaire

L'interrogatoire permet souvent d'éliminer certaines étiologies responsables de baisses visuelles brutales ou rapidement progressives à l'inverse du glaucome qui est habituellement lentement progressif. C'est le cas de la neuropathie optique ischémique antérieure (NOIA) de la maladie de Horton, de la NOHL, de la névrite optique, de la neuro-myélite optique de Devic, de l'intoxication au méthanol ou à l'éthylène-glycol. Il est parfois plus difficile de retrouver un antécédent de traitement par éthambutol dans le cadre d'une tuberculose qui n'est pas toujours pulmonaire.

Parmi les neuropathies optiques non glaucomateuses qui s'excavent, la neuropathie optique ischémique des chocs vasculaires (*shock-induced optic neuropathy*), les compressions des voies visuelles antérieures et l'atrophie optique dominante sont les étiologies pour lesquelles l'interrogatoire n'apporte que peu ou pas d'arguments.

Enfin, il faut rechercher les facteurs de risques de glaucome à pression normale (GPN). La *Collaborative Normal Tension Glaucoma Study* a montré que la moitié

seulement des patients porteurs du diagnostic de GPN ont une progression de leur glaucome au bout de 5 à 7 ans de suivi. Il s'agissait principalement de femmes, de migraineux ou de patients ayant eu une hémorragie péripapillaire. Parmi ces patients qui progressent, les facteurs de bonne réponse au traitement antiglaucomateux sont la présence d'une hémorragie du disque, les femmes migraineuses, une histoire familiale de glaucome, la présence d'une maladie cardiovasculaire et un C/D vertical inférieur ou égal à 0,8.

Le bilan ophtalmologique doit rechercher une atteinte de la vision centrale

La plupart des neuropathies optiques non glaucomateuses entraînent une atteinte de la vision centrale avec une atteinte de l'acuité visuelle alors que dans le glaucome, la vision centrale est préservée jusqu'à un stade avancé de la maladie. Au bilan habituel du glaucome, il est alors souvent utile de rajouter un test de la vision colorée et un champ visuel des 10° pour mieux détecter une atteinte de la vision centrale (*tableaux II et III*).

Tableau I. Les principales neuropathies optiques non glaucomateuses qui s'excavent.

Mécanismes	Pathologie	Questions à poser à l'interrogatoire
Ischémiques	Maladie de Horton (NOIA)	Baisse de vision aiguë ? Œdème papillaire ? Symptôme de maladie de Horton ?
	<i>Shock-induced optic neuropathy</i>	Antécédents de réanimation ? de chirurgie cardiovasculaire lourde ? d'accident de la voie publique avec coma ?
Compressives	Compression du nerf optique si unilatérale	Exophtalmie ? Douleurs ? Diplopie ?
	Chiasma ou jonction chiasma-nerf optique si bilatérale	Troubles endocriniens ? Céphalées ?
Toxiques/carentielles	Intoxication au méthanol, à l'éthylène-glycol	Tentatives de suicides ? Passage en réanimation ?
	Traitement par éthambutol	Antécédents de tuberculose ?
Inflammatoires/infectieuses	Neuro-myélite optique de Devic	Antécédents de myélite transverse ? de sclérose en plaques atypique ? de névrite optique qui n'a pas récupéré ?
Héréditaires	Atrophie optique dominante (AOD)	Mauvaise vision depuis l'enfance ? Toujours aux premiers rangs à l'école ? Antécédents familiaux de mauvaise vision ?
	Neuropathie optique héréditaire de Leber (NOLH)	Baisse d'acuité visuelle rapidement progressive et séquentielle ? Antécédents familiaux : germains et du côté maternel ?

Tableau II. Examens ophtalmologiques qui permettent d'orienter le diagnostic vers une neuropathie optique glaucomateuse ou non glaucomateuse.

Examens ophtalmologiques
• Gonioscopie (angle étroit avec épisodes possibles de fermeture de l'angle, pseudo-exfoliation capsulaire (PEC), glaucome pigmentaire).
• Fond d'œil dilaté (recherche d'une PEC sur le cristallin ; recherche d'une cause rétinienne : rétinite pigmentaire, syndrome d'ischémie oculaire, rétinopathie diabétique).
• Champ visuel automatisé 24° et 10°.
• Vision des couleurs.
• Analyseurs de la tête du nerf optique (OCT).
• OCT maculaire (pour éliminer une pathologie rétinienne ou une OBACR passée inaperçue).
• Photographie de la papille (hémorragie de la papille ?).
• Pachymétrie cornéenne (pachymétrie fine masquant une HTO).
• Courbe de PIO (pic d'HTO passé inaperçu).

Tableau III. Arguments en faveur d'une neuropathie optique glaucomateuse versus non glaucomateuse.

	Glaucome	Autre neuropathie optique
Acuité visuelle	Normale	Diminuée
Champ visuel	Épargne du seuil fovéolaire	Atteinte du seuil fovéolaire
	Déficit ne respectant pas le méridien vertical	Déficit qui respecte le méridien vertical
Vision des couleurs	Normale ou peu perturbée par rapport au déficit du CV	Très altérée par rapport au déficit du CV
Pâleur et excavation de la papille	Pâleur < excavation	Pâleur > excavation
Couche des fibres optiques en OCT	Atteinte de la partie supérieure et/ou inférieure de la papille	Atteinte diffuse d'emblée ou de la partie temporale de la papille
Relation structure/fonction	Concordance structure/fonction	Discordance clinique ou aspect très asymétrique

L'atteinte de l'acuité visuelle, de la vision colorée et du seuil fovéolaire du champ visuel automatisé, alors que le déficit campimétrique est peu marqué, orientera le diagnostic vers une neuropathie optique non glaucomateuse (figure 1). À l'inverse, un déficit important du champ visuel et proche du point de fixation avec épargne de l'acuité visuelle, de la vision des couleurs et du seuil fovéolaire est un argument en faveur d'une atteinte glaucomateuse (figure 2). Seule la neuropathie optique ischémique antérieure aiguë (NOIAA) non artéritique peut donner un déficit altitudinal avec un respect de la fonction visuelle centrale, mais dans cette pathologie, la baisse visuelle est brutale et, surtout, la papille n'est jamais excavée (C/D < 0,2). Enfin, le respect par le déficit campimétrique du méridien vertical est un argument fort pour une pathologie du chiasma optique ou des voies visuelles rétino-chiasmatiques.

L'OCT papillaire peut également fournir des arguments orientant vers un glaucome lorsque la perte en fibre optique se localise en inférieur et/ou supérieur de la papille alors que la partie temporale est normale (figure 2). À l'inverse, dans les autres neuropathies optiques, le déficit est souvent diffus ou concerne d'emblée la partie temporale de la papille (figure 1). L'OCT est à privilégier car, dans les neuropathies optiques non glaucomateuses, l'atteinte des fibres optiques dans le secteur interpapillomaculaire peut fausser les résultats des machines GDX et HRT. De plus, l'OCT maculaire peut compléter utilement le bilan pour éliminer une occlusion de branche de l'artère centrale de la rétine passée inaperçue ou d'autres pathologies rétinienne.

Enfin, une discordance entre le déficit du champ visuel et l'aspect de la papille ou la perte en fibre mesurée en OCT doit faire évoquer une neuropathie optique non glaucomateuse. Une asymétrie importante entre les deux yeux doit aussi être un drapeau rouge qui doit faire considérer une autre cause que le glaucome.

Quels examens complémentaires ?

Au terme de ce bilan, on peut raisonnablement classer la neuropathie optique comme probablement glaucomateuse du fait de son évolution lentement progressive, de la présence des facteurs de risque du GPN, de l'absence d'argument pour une autre cause et de l'atteinte visuelle épargnant la fonction visuelle centrale. Mais quelles sont les conséquences possibles d'une erreur ?

Des autres causes de neuropathie optique non glaucomateuse, la NOIAA de la maladie de Horton est la plus dangereuse à méconnaître, mais normalement l'interrogatoire et l'évolution clinique permettent de l'éliminer rapidement du tableau clinique.

La *shock-induced optic neuropathy*, les neuropathies optiques toxiques à l'éthambutol, l'éthylène-glycol ou le méthanol sont des pathologies non évolutives dès lors que le toxique est arrêté. Leur méconnaissance à la phase séquellaire n'est pas préjudiciable au patient.

Les neuropathies optiques héréditaires n'ont pas encore

de traitement clairement validé, et, là aussi, leur méconnaissance n'entraîne pas de perte de chance pour le patient.

Seules les neuropathies optiques compressives et la neuromyérite optique de Devic vont s'aggraver alors que des traitements sont possibles. La neuromyérite optique

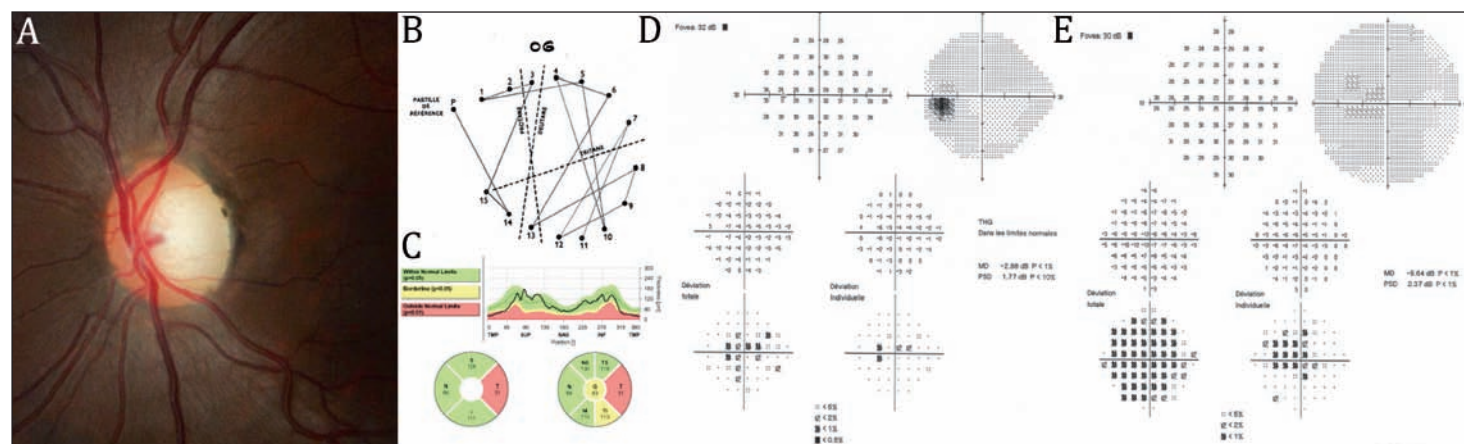


Figure 1. Neuropathie optique non glaucomateuse qui a été initialement confondue avec un glaucome à pression normale.

Patient de 31 ans, sans antécédents familiaux de glaucome. Seul l'œil gauche est présenté. Son acuité visuelle est à 10/10 P2, sa PIO de 15 mmHg avec une pachymétrie cornéenne de 530 μ m. Son angle iridocornéen est ouvert. Sa papille (A) montre une excavation cotée à 0,6 verticale, mais elle est grande et allongée verticalement. Malgré une bonne acuité visuelle, sa vision des couleurs est très perturbée (B), son OCT montre un amincissement temporel de la RNFL (C). Il existe un déficit central, un peu plus dense en paracentral

supérieur sur son CV 24-2 (D). Le CV 10-2 (E) confirme un déficit central plus important que ne le laisse supposer le CV 24-2. Le seuil fovéolaire est significativement abaissé sur les deux CV (D et E).

Il s'agissait d'une neuropathie optique carentielle/toxique sur une malnutrition de l'enfance et la consommation de manioc riche en cyanure qui peut être toxique pour le nerf optique. Il n'y a pas d'évolution sur trois ans de suivi.

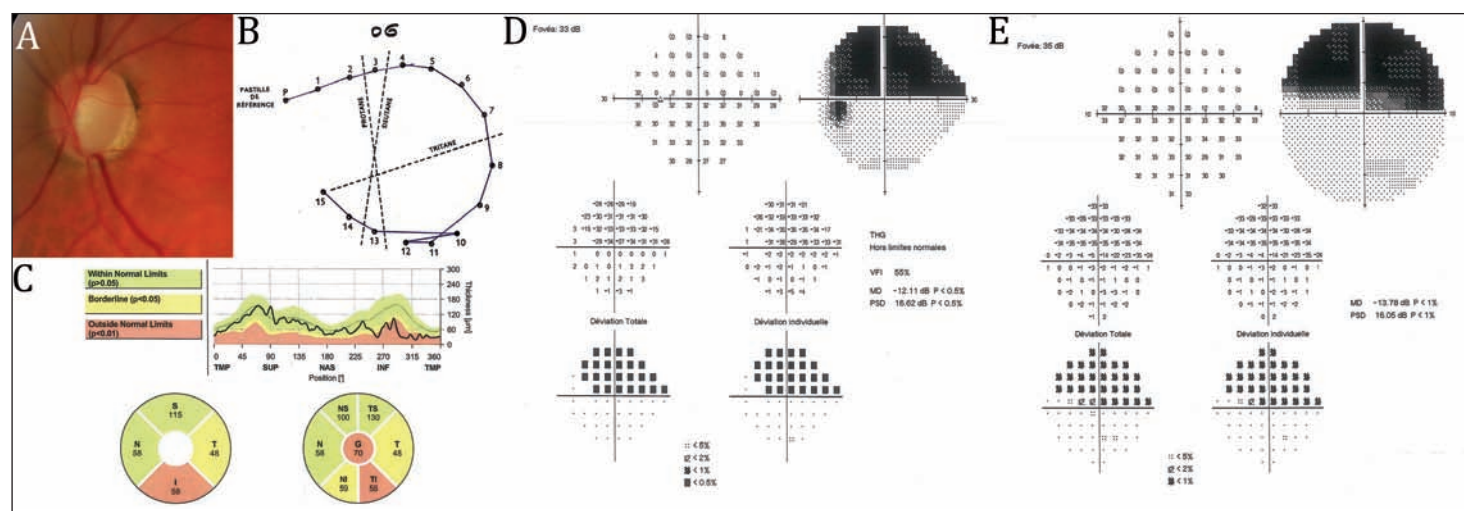


Figure 2. Glaucome à pression normale de l'œil gauche.

Patiente de 63 ans, sans antécédents familiaux de glaucome. Son acuité visuelle est de 12/10 P1,5. Sa PIO est de 16 mmHg avec une pachymétrie de 560 μ m et son angle iridocornéen est ouvert. Sa papille (A) montre une excavation cotée à 0,8 avec une encoche de l'anneau neurorétinien en inférieure. Sa vision des couleurs (B) est

normale, son OCT (C) montre une perte en fibre localisée en inférieure. Son CV 24-2 (D) montre un déficit arciforme supérieur qui affleure le point de fixation confirmé sur le CV 10-2 (E). Le seuil fovéolaire est normal sur les deux CV malgré un déficit important qui s'étend jusqu'au point de fixation sur le 10-2.

de Devic va rarement simuler un glaucome du fait de la baisse visuelle brutale et profonde avec atteinte de la vision centrale. Par contre, un processus tumoral pourra mimer l'aggravation progressive d'un glaucome. C'est pour cela que l'IRM cérébrale et orbitaire est un examen complémentaire très utile et systématiquement demandé par certains afin d'éliminer une cause compressive sur le nerf optique ou le chiasma optique devant un GPN. D'après certains auteurs, entre 6 et 8 % des GPN sont en fait des pathologies compressives des voies visuelles antérieures. Le scanner cérébral et orbitaire devrait être seulement réservé aux contre-indications à l'IRM car il n'est pas assez sensible pour détecter de petites tumeurs et peut être faussement rassurant.

À l'inverse, le bilan ophtalmologique fait plutôt évoquer une neuropathie optique non glaucomateuse ; le bilan complémentaire doit être orienté par l'interrogatoire mais devra comprendre au minimum une IRM orbitaire et encéphalique, une recherche des anticorps NMO, voire une IRM médullaire, pour le bilan d'une neuromyéélite optique et la recherche des mutations génétiques de la NOHL et de l'AOD. Ce bilan est souvent coûteux et sera réalisé au mieux lors d'une hospitalisation de jour après

un avis neuro-ophtalmologique.

Les potentiels évoqués visuels (PEV) seuls n'ont qu'un intérêt limité car ils ne peuvent pas préciser le mécanisme d'une neuropathie optique. L'électrorétinogramme est, lui, plus utile pour différencier une neuropathie optique d'une cause rétinienne avec atrophie optique secondaire comme une occlusion de l'artère centrale de la rétine (OACR) vu seulement à la phase atrophique.

Le suivi régulier de ces patients est aussi important : une progression du déficit campimétrique est un argument pour un glaucome dès lors qu'une compression des voies visuelles a été éliminée par une IRM.

Pour en savoir plus

O'Neill EC, Danesh-Meyer HV, Kong GX *et al.*; Optic Nerve Study Group. Optic disc evaluation in optic neuropathies: the optic disc assessment project. *Ophthalmology*. 2011;118(5):964-70.

Anderson DR, Drance SM, Schulzer M; Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Natural history of normal-tension glaucoma. *Ophthalmology*. 2001;108(2):247-53.

Ahmed II, Feldman F, Kucharczyk W, Trope GE. Neuroradiologic screening in normal-pressure glaucoma: study results and literature review. *J Glaucoma*. 2002;11(4):279-86.



Le programme PROGRESS SAVE Sauver des années de vision

Alain Bron

Les laboratoires Allergan ont décliné depuis deux ans un programme européen d'éducation de la prise en charge des glaucomes, déployé dans toute l'Europe continentale. Lancé en France sous le nom de SAVE, il permet de faire des rappels sur l'épidémiologie des glaucomes et le retentissement des déficits glaucomateux sur la qualité de vie. Cet article en présente l'essentiel.

Le programme SSY (Save Sight Years) lancé par Allergan permet de comprendre que l'on peut économiser des années de mauvaise vision aux patients glaucomateux et donc améliorer leur qualité de vie. Il a été proposé en France à plus de 2000 ophtalmologistes lors de réunions en petits groupes, sous le nom de SAVE, plus compréhensible que l'acronyme anglais SSY. SAVE 1 était essentiellement consacré à l'étude de la fonction et SAVE 2 à l'étude de la structure.

Dans chaque module, des rappels sur l'épidémiologie des glaucomes et le retentissement des déficits glaucomateux sur la qualité de vie sont faits. Cet article rappelle quelques éléments de chacun de ces modules.

Une maladie qui croît avec l'espérance de vie

Dans le monde, on estime que le nombre de glaucomateux est d'environ 80 millions, avec toujours cette répartition inégale entre l'Asie et les pays occidentaux entre les glaucomes à angle ouvert et les glaucomes par fermeture de l'angle. La prévalence des glaucomes augmente considérablement avec l'âge ; ainsi entre 40 et 50 ans, elle est de l'ordre de 0,5%, mais en revanche elle avoisine les 10 % après 80 ans. L'espérance de vie augmentant sans arrêt, de plus en plus de personnes seront touchées par des maladies oculaires liées à l'âge comme les glaucomes ou la dégénérescence maculaire liée à l'âge.

Une cécité irréversible

Les glaucomes constituent toujours la deuxième cause de cécité dans le monde après la cataracte, mais il s'agit d'une cécité irréversible. Aux USA, les glaucomes représentent 11 % des causes de cécité. On estime qu'environ 8 millions de personnes dans le monde sont aveugles de façon bilatérale à cause du glaucome. Ce chiffre ne recule hélas pas malgré tous les moyens mis en œuvre. Il faut

dire que le principal obstacle demeure le dépistage puisque dans les études de population, entre 50 à 80 % des glaucomateux ne savent pas qu'ils sont porteurs de la maladie sans symptômes.

Une atteinte de la qualité de vie

La qualité de vie (QDV) des glaucomateux est altérée bien avant la cécité. En effet, elle peut être modifiée par les effets secondaires des traitements, qu'ils soient médicaux ou chirurgicaux, la difficulté de réaliser les examens (champs visuels notamment) ou de se rendre aux visites, mais aussi l'angoisse d'être aveugle. En fait, la qualité de vie est altérée dès les stades précoces de glaucome contrairement à ce que l'on pensait auparavant. Ainsi les accidents de voiture ou les chutes sont plus fréquents chez les glaucomateux que chez les non-glaucomateux pour un même âge. D'autre part, les glaucomateux ont une vitesse de lecture réduite, des difficultés à reconnaître des visages ou bien des objets tombés à terre.

Ces anomalies, même si elles paraissent peu marquées, altèrent la QDV des glaucomateux et de leur entourage à qui ils font très souvent appel pour les aider dans leurs déplacements ou leur activités de la vie quotidienne. Ainsi Anders Heijl a pu déterminer une zone où la QDV est altérée en corrélation avec le champ visuel qu'il a fixé à -15 dB de perte moyenne de sensibilité rétinienne [1]. C'est en deçà de cette limite qu'il faut éviter de tomber pour rester dans une QDV relativement acceptable. Y parvenir revient à sauver des années de vision utile, d'où le titre de ce module éducatif : « Sauvez des années de vision. »

Coûts liés aux glaucomes

Les coûts médicaux directs liés aux glaucomes sont estimés à environ 2,9 milliards de dollars aux USA. Ils sont d'autant plus élevés que le glaucome est avancé. Par contre, les dépenses liées à la mauvaise vision et la cécité liées aux

Service d'ophtalmologie, CHU, Hôpital Général, Dijon.

glaucomes sont beaucoup plus importants. Ainsi dans une étude européenne, les coûts médicaux directs annuels allaient de 455 à 969 euros, du glaucome débutant au glaucome avancé [2]. En revanche, toujours en Europe, les coûts indirects des glaucomes avancés étaient beaucoup plus élevés, de l'ordre de 2 703 euros par an [3].

Étudier la fonction

La fonction est explorée essentiellement en pratique clinique courante par les différents champs visuels. Il est recommandé de se concentrer sur les champs visuels classiques blanc-blanc pour disposer d'un suivi dans le temps avec un nombre de champs visuels suffisants. D'autres possibilités existent comme la périmétrie bleu-jaune ou à doublement de fréquence, mais elles n'ont pas confirmé les premiers espoirs de dépister plus précocement des déficits glaucomateux.

Il est utile, vu la variabilité intra-test et inter-tests des champs visuels, de disposer pour un nouveau patient de trois champs visuels par an les deux premières années, ce qui n'est pas forcément facile à placer dans une pratique clinique toujours plus importante. Ensuite, un examen deux fois par an pour les cas stabilisés est suffisant.

Étudier la structure

La structure est évaluée par l'étude de la papille et des fibres du nerf optique en péripapillaire. Pour un nouveau patient, il est utile de documenter soigneusement ce que l'on observe : dessiner la papille optique dans le dossier et, mieux, prendre des clichés de la papille et des fibres optiques soit au rétinographe classique, soit de façon plus aisée avec un rétinographe non mydriatique si l'on en dispose. Cela servira de base pour les comparaisons ultérieures. Pour les imageurs, il faut chaque fois que cela est possible disposer de bonnes images avec de bons indices de qualité. Mais la cataracte ou le myosis viennent souvent perturber la qualité des images obtenues. En France, c'est l'OCT qui a nettement pris le dessus. Le GDx n'est plus suivi dans le temps par la firme qui le distribue et le HRT est très peu utilisé dans notre pays.

Réconcilier structure et fonction

Il est conseillé d'utiliser un test de fonction et un test de structure. Bien que partageant la même base anatomophysiologique (c'est-à-dire les cellules ganglionnaires de la rétine), les résultats sont souvent discordants. Il existe de nombreuses raisons pour cela, mais on peut être dérouté au début et s'interroger sur ce qui est le plus adapté pour prendre une décision thérapeutique, par exemple. Faut-il privilégier les données du champ visuel ? Faut-il au contraire croire tout ce qui est indiqué sur un relevé d'OCT ? Le débat reste ouvert, mais le bon sens clinique doit toujours pré-

valoir avec la prise en compte des données personnelles concernant le patient.

Apprécier la progression

La progression doit avant tout s'affranchir de la variabilité inter-tests. C'est en fait la difficulté principale. Les méthodes pour évaluer la progression sont les mêmes pour la fonction que pour la structure.

Le jugement clinique

Il s'agit d'une observation subjective de comparaison de photos de papille ou de fibres ou de différents relevés d'imageur ou de champs visuels. Elle a l'avantage d'être rapide, non coûteuse et peut s'adapter aux différents appareils sur le marché. Par contre, sa subjectivité et son manque de reproductibilité constituent ses principaux défauts.

Les analyses de tendance

Elles utilisent les différents indices numériques fournis par les relevés de champ visuel et les imageurs. La plus utilisée est une régression linéaire du paramètre étudié avec le temps ou bien l'âge du patient. C'est par exemple le cas du suivi dans le temps de la sensibilité rétinienne moyenne obtenue lors des champs visuels (*figure 1*) ou bien de la hauteur des fibres optiques globale, supérieure et inférieure de l'OCT (*figure 2*). Elle est facile à comprendre et permet de calculer un taux de progression annuel.

Les analyses d'événements

Elles sont basées sur un modèle statistique où un changement est significatif s'il intervient dans les classiques 5 % par rapport à la moyenne des deux premiers examens de la série. C'est le cas du TCA (*Topographic Change Analysis*) pour le HRT3 ou bien du relevé de suivi des champs visuels (*figure 1*). C'est une méthode utile mais moins intuitive que l'analyse de tendance.

Une forme d'analyse d'événements est l'observation clinique de la papille d'un examen à l'autre. Les signes suivants sont admis comme étant des témoins de la progression : les hémorragies péripapillaires, l'amincissement localisé de l'anneau neurorétinien (ANR), son amincissement généralisé, l'augmentation de l'excavation, l'augmentation de la surface de la zone d'atrophie bêta, l'apparition ou l'augmentation des déficits des fibres optiques.

Peux-t-on faire mieux ?

- Donner un avis sur l'évolution du glaucome en jugeant sur un temps trop court, voire parfois sur un seul examen ! Cela va souvent inquiéter inutilement le patient et son entourage et conduire à un nomadisme médical et un coût d'examens supplémentaires.

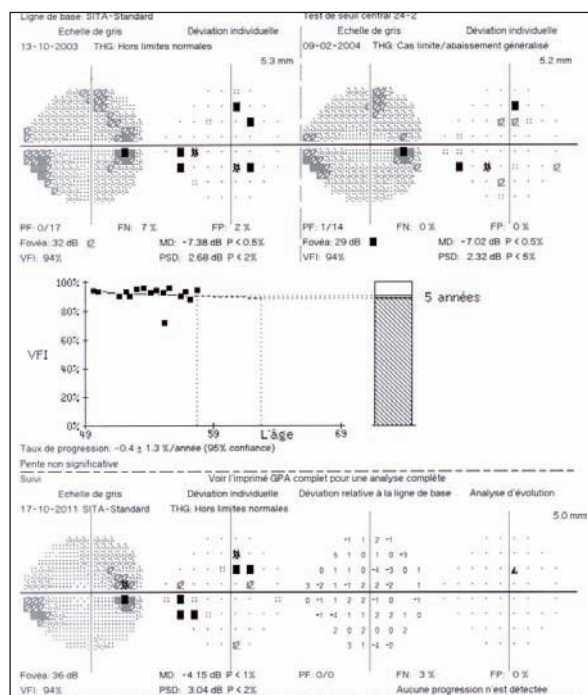


Figure 1. Le relevé de plusieurs champs visuels figure en haut pour l'analyse de tendance et en bas pour l'analyse d'événements. Un indicateur clair (texte) permet d'indiquer une absence ou bien la présence d'une progression.

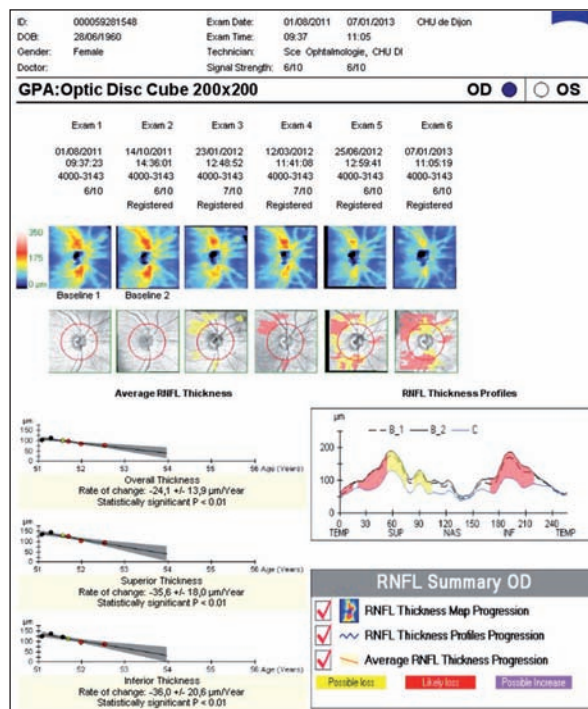


Figure 2. Le relevé de plusieurs OCT figure en haut pour l'analyse d'événements. En bas et à gauche l'analyse de tendance est représentée [global supérieur et inférieur].

- Juger la progression sur une seule technique d'analyse. En effet, les artefacts sont toujours possibles et il faut confirmer cette progression avec une autre technique avant de modifier le traitement.
- Négliger la réalisation des champs visuels au profit des images de la papille optique. En effet, on peut entendre dire parfois qu'à l'ère des imageurs de la papille, il n'est plus nécessaire de pratiquer des champs visuels. Voilà une affirmation dangereuse et fausse. Dangereuse pour la profession, car il n'est plus besoin d'un ophtalmologiste pour interpréter un champ visuel : un technicien ou bien un opticien pourra très bien presser sur le bouton de l'imageur de papille et, en un temps très court, remettre au patient une chemise remplie de papiers colorés du plus bel effet, mais où il manquera l'essentiel, à savoir l'interprétation et les explications fournies par un médecin. Fausse car il est nécessaire de suivre à la fois la fonction et la structure qui évoluent de façon différente et qui ne correspondent pas aux mêmes éléments mesurés.
- Adapter le traitement en fonction de la progression et l'âge du patient. Si le taux de progression est faible, la qualité de vie du patient et particulièrement chez une personne âgée a peu de risques d'être altérée. Au contraire, si cette progression entraîne le patient vers une zone où sa qualité de vie va être touchée, alors il faut encore abaisser la PIO. En effet, une étude canadienne a bien démontré que chez des glaucomateux qui progressent, un abaissement supplémentaire de la PIO de l'ordre de 20 %, permet de diviser par 3 le taux de progression ultérieur [4].

Conclusion

Ce programme d'information et d'éducation est complété par un module thérapeutique qui n'est pas abordé ici. En pratique, l'évaluation de la progression ou de la stabilité de la structure et de la fonction apporte beaucoup de renseignements. Néanmoins, elle ne suffit pas à elle seule et doit nécessairement s'inscrire dans une évaluation globale d'un patient considéré. On ne traite ni une PIO ni un champ visuel ni une épaisseur de fibres mais un être humain qui évolue dans un environnement familial et sociétal [5].

Références

1. Heijl A. The times they are a-changin': time to change glaucoma management. *Acta Ophthalmol.* 2013;91(1):92-9.
2. Traverso CE, Walt JG, Kelly SP *et al.* Direct costs of glaucoma and severity of the disease: a multinational long term study of resource utilisation in Europe. *Br J Ophthalmol.* 2005;89(10):1245-9.
3. Thygesen J, Aagren M, Arnavielle S *et al.* Late-stage, primary open-angle glaucoma in Europe: social and health care maintenance costs and quality of life of patients from 4 countries. *Curr Med Res Opin.* 2008;24(6):1763-70.
4. Chauhan BC, Mikelberg FS, Artes PH *et al.* Canadian glaucoma study. Impact of risk factors and intraocular pressure reduction on the rates of visual field change. *Arch Ophthalmol.* 2010;128(10): 1249-55.
5. Terminology and guidelines for glaucoma. European Society Guidelines. Dogma, Italy, 2008.

Conflits d'intérêts : L'auteur est consultant pour Allergan, Bausch & Lomb, Théa.



Les étapes préalables à une chirurgie du strabisme

Emmanuel Bui Quoc

Il est plus facile de répondre à la question « Quand opérer une cataracte ? » qu'à la question « Quand opérer un strabisme ? ». En strabologie, on opère des strabismes et la réponse sera différente selon leur type...

Avant de répondre à la question « Quand et comment ? » qui sera traitée dans un prochain article, nous traiterons ici des étapes préalables à toute chirurgie du strabisme : la nécessité d'une réfraction sous cycloplégie et d'une correction optique totale, les questions auxquelles il faut avoir répondu, le diagnostic et le traitement de l'amblyopie strabique.

Il faut d'abord faire une réfraction sous cycloplégie et donner la correction optique totale

La réfraction se fait sous cycloplégie à l'atropine ou au cyclopentolate. Il faut oublier et abandonner les pseudo-réfractations à l'homatropine (dont le nom est trompeur) ou au tropicamide dont l'efficacité est instable.

L'*atropine* est donnée matin et soir pendant plusieurs jours avant l'examen réfractif et sa posologie varie selon l'âge : 0,3 % avant 3 ans, 0,5 % entre 3 et 12 ans, 1 % au-delà.

Le *cyclopentolate* est instillé 3 fois à 5 minutes d'intervalle et la réfraction est faite entre 45 et 60 minutes après la première instillation.

Même chez l'adolescent et l'adulte strabiques, il faut faire une réfraction sous cycloplégie, afin d'éviter un strabisme consécutif à une opération d'ésotropie accommodative non ou mal corrigée. En cas d'hypermétropie et de strabisme divergent, il faut corriger l'hypermétropie, et l'aggravation de la divergence est le but recherché afin d'obtenir l'angle maximal (*encadré*).

Il faut ensuite se poser les bonnes questions [1]

- Quelle est la réaction à la correction optique totale en vision de loin ?
- Quelle est la binocularité ?
- Quelle est la déviation en vision de près en la comparant à la déviation en vision de loin ?

Hôpital Robert Debré, Paris

Cas d'un patient présentant un strabisme divergent consécutif à la non-correction d'hypermétropie

Patient de 30 ans, opéré deux fois de strabisme convergent 10 ans auparavant avec recul de 4 mm du muscle droit médial droit, puis recul de 4 mm du droit médial gauche 2 ans après.

À l'examen, il ne porte pas de lunettes et a 16/10 P2 des deux yeux sans correction : il présente une déviation X_t12 X_t8 (12 D de divergence de loin et 8 D de divergence de près). La réfraction sous cyclopentolate retrouve +1,75 à droite et +2 à gauche... Et de fait, avec cette correction, son angle se majore à X_t20 X_t16 (sans modification de l'angle de près par une addition).

Il faut dans ce cas se baser sur l'angle mesuré après correction optique totale, et finalement ré-avancer les deux droits médiaux qui n'auraient JAMAIS du être opérés chez ce patient présentant probablement initialement un strabisme convergent accommodatif non ou mal corrigé au plan optique...

- Quel est le punctum proximum d'accommodation ?
- Quelle est la réaction à une addition de +3 D en vision de près ?

Il faut évaluer la réaction à la correction optique totale en vision de loin afin de se baser sur l'angle minimum (dans les ésotropies) ou l'angle maximum (dans les exotropies).

Il faut évaluer la différence de déviation entre la vision de près et la vision de loin, c'est-à-dire rechercher une

La chirurgie du strabisme, suite de cet article, sera publiée dans le numéro suivant (n°170 - mai 2013).

incomitance loin/près pour la traiter au mieux.

L'incomitance loin/près, avec dans les ésootropies un angle de près PLUS important que l'angle de loin et dans les exotropies un angle de près MOINS important que l'angle de loin, témoigne d'un excès de convergence qui se traite par une addition optique en vision de près ou bien par une myopexie postérieure. Par exemple, on peut avoir un cas d'ésootropie (Et20 E't40) ou un cas d'exophorie-tropie (XXt 30 X'X't10). Dans ces deux exemples, la chirurgie horizontale se base sur l'angle en vision de loin et, pour traiter l'incomitance loin/près, deux situations sont possibles :

- soit l'addition ramène l'angle de près à E't20 dans le cas de l'ésootropie et l'augmente à X'X't30 dans le cas de l'exophorie-tropie, et seule une chirurgie conventionnelle de renforcement-affaiblissement est réalisée, avec correction optique en verres progressifs,
- soit l'addition optique ne modifie pas l'incomitance loin/près, et c'est la myopexie postérieure qui pourra traiter l'excès de convergence (sangle postérieure à 13 mm de l'insertion du droit médial : opération dite *du fil de Cüppers*).

Il faut opérer un strabisme après avoir fait le diagnostic et le traitement d'une éventuelle amblyopie...

Comment faire le diagnostic d'une amblyopie strabique ?

- Le diagnostic d'une amblyopie strabique se fait sur :
- le comportement visuel,
 - la réfraction objective, en recherchant en particulier une anisométrie,
 - l'évaluation subjective de l'acuité visuelle à partir de 2,5 ans (l'aniso-acuité définit l'amblyopie),
 - l'alternance du strabisme.

Le "Bébé-Vision" n'a aucun intérêt dans le dépistage de l'amblyopie (*encadré*).

Les principes de traitement de l'amblyopie sont simples

Le traitement médical de l'amblyopie éventuelle s'impose dès la prise en charge, en informant les parents que la chirurgie ne sera réalisée que dans un second temps et qu'elle ne sera qu'une étape, sans minimiser ou retarder pour autant la chirurgie... En effet, on voit encore trop de parents non/mal informés et des enfants présentant un strabisme accommodatif depuis l'âge de 2 ou 3 ans, avec toujours une déviation de 30 D à l'âge de 10 ans et des capacités binoculaires réduites à néant avec un faible espoir de récupération même si la rectitude est obtenue

Le "Bébé-Vision"

Une étude a évalué le Bébé-Vision pour dépister les amétropies et les amblyopies anisométriques ou strabiques [2]. Elle a porté sur 199 enfants de moins de 20 mois chez lesquels a été réalisé de façon systématique un Bébé-Vision selon une procédure de dépistage. Puis, au cours du suivi avec examen précis ophtalmologique et orthoptique, a été précisée la présence ou non d'un réel problème d'amblyopie ou de strabisme. Dans le cadre du dépistage, on retrouvait 15 cas "anormaux" (asymétrie du Bébé-Vision) dont 3 cas d'asymétrie concordant avec la réalité (le Bébé-Vision détecte l'œil amblyope), 3 cas d'asymétrie paradoxale (le bébé-vision indiquait que l'œil "amblyope" était en réalité le bon œil) et 9 cas asymétriques (pas de différence au Bébé-Vision entre l'œil sain et l'œil amblyope).

De fait, cette étude a montré la très faible sensibilité du Bébé-Vision (42 %) et sa spécificité très moyenne (90 %).

in fine...

Les principes du traitement sont les suivants :

- Correction optique totale.
- Prévention de l'amblyopie et traitement de la dominance oculaire pour obtenir ou maintenir une alternance de fixation par occlusion oculaire intermittente, avec une grande variété de schémas en fonction de la qualité de l'alternance de fixation. Les « bisecteurs nasaux » sont peu employés et il est illusoire de croire qu'un secteur de 2 ou 3 mm collé sur le verre de lunette va modifier une fixation...
- Il ne faut pas "rééduquer" une correspondance rétinienne anormale (CRA).
- Le suivi et l'éducation thérapeutique sont fondamentaux, sans pour autant tomber dans l'excès, et, par exemple, en cas de strabisme précoce, voir les enfants de un ou deux ans toutes les semaines ou tous les mois. Les parents doivent être suffisamment informés de la problématique de l'amblyopie et du traitement par occlusion qu'ils doivent appliquer. Des contrôles plus espacés sont suffisants.

Bibliographie

1. Pêchereau A. Le strabisme accommodatif. Cahiers de sensorimotricité, 27^e colloque (2003). Editeurs (2007) : A & J Pêchereau. (*pdf disponible sur www.strabisme.net*)
2. Bourcier-Bareil F, Lecuyer AI, Burel B, Delplace MP. Intérêt du bébé-vision dans le dépistage de l'amblyopie strabique ou anisométrique chez l'enfant. J Fr Ophtalmol. 2001;24(10):1034-9.



Une ectasie cornéenne bilatérale...

Marie Boulze-Pankert^{1,2}, Jean-Christophe Courjaret¹, Louis Hoffart¹

Monsieur X., 56 ans, est adressé pour prise en charge d'une baisse d'acuité visuelle bilatérale dans les suites de multiples chirurgies réfractives.

On note dans ses antécédents :

- 2003 : AVL (acuité visuelle de loin) OD (œil droit) et OG (œil gauche) : 10/10 avec une réfraction de +2,00 ODG. Lasik (mécanique à charnière supérieure) réalisé en octobre 2010. Résultat postopératoire à un mois : AVL 10/10 P2 ODG sans correction.

À l'examen, on constate une diplopie monoculaire gauche associée à une baisse d'acuité visuelle à 2/10 ODG avec une réfraction de -4,00 (-3,00 x 15°) OD et -5,50 (-2,00 x 165°) OG. Les kératométries moyennes sont de 56,50 D OD et 60,00 D OG. La pachymétrie centrale est mesurée à 525 et 544 µm en OCT de segment antérieur avec une épaisseur de capot de lasik évaluée à 122 et 134 µm. Une adaptation de lentilles rigides perméables aux gaz est tentée avec une AVL corrigée de 10/10 OD et 6/10 OG. Cependant, du fait d'une mauvaise tolérance de port, la décision de kératoplastie lamellaire antérieure profonde est prise du côté gauche.

Le laser intrastromal est une alternative au laser excimer dans la correction de la presbytie dont Ruiz [1] a rapporté en 2009 la première série de cas avec la technique Intracor™ (Technolas 20/10 Perfect Vision GmbH, Heidelberg, Allemagne). Sur le plan biomécanique, cette méthode induit une augmentation de la prolaté de la face cornéenne antérieure suite à la réalisation d'incisions intrastromales verticales et concentriques. L'hystérésis cornéenne (CH) ne semble pas être affectée même si une discrète altération du facteur de résistance cornéen (CRF) a été décrite. Holzer *et al.* [2] ont ainsi rapporté, en 2009, 25 cas avec un recul de trois mois sans aucune modification de la biomécanique cornéenne. Les mêmes auteurs ont rapporté en 2012 des résultats d'acuité visuelle stables après 12 mois de suivi mais observaient une diminution de la meilleure AVL corrigée pour 7 % des yeux opérés. La satisfaction globale du patient à la procédure était d'environ 80 % et aucune instabilité de la biomécanique cornéenne n'avait été constatée.

La littérature, bien qu'encore limitée, semble s'accorder sur une technique présentant des risques limités et des résultats visuels satisfaisants lorsqu'elle est effectuée sur des yeux sains.

- Janvier 2010 : régression hypermétropique OD de +1,00 D et OG de +0,75 D. Une retouche par femtolasik est réalisée. Résultat postopératoire : AVL ODG 10/10 sans correction, P1,5 avec une addition bilatérale de +2,50 D.

- Septembre 2010 : correction bilatérale de la presbytie par Intracor™ (traitement laser intrastromal par laser femto-seconde). Résultat postopératoire : 6/10 sans correction P1,5.

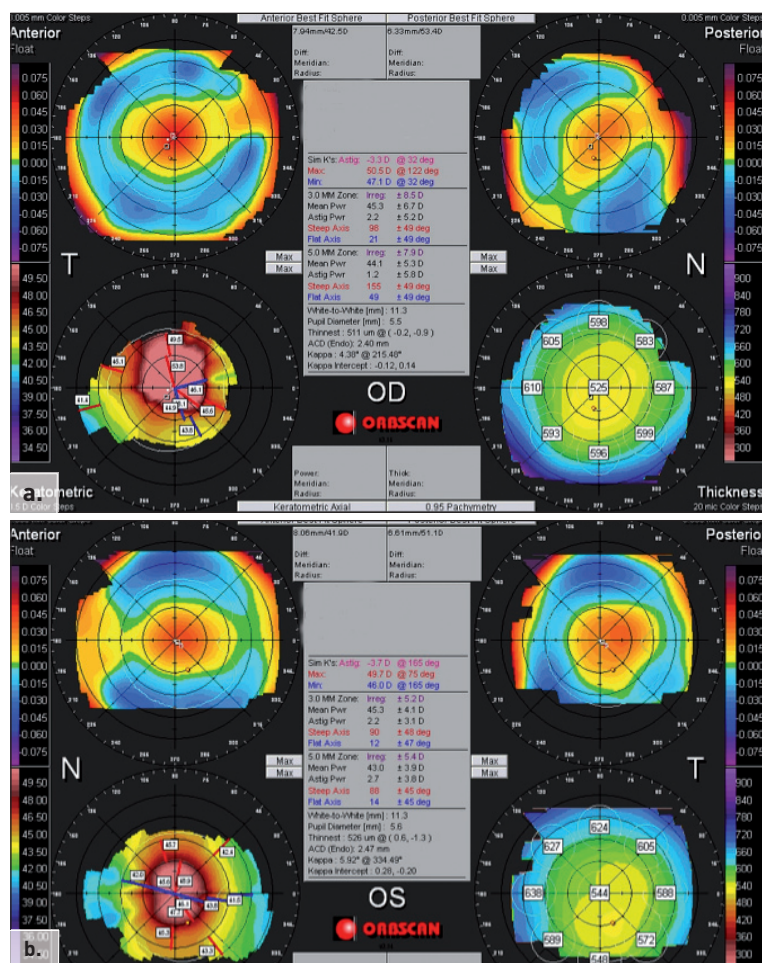


Figure 1. Topographies d'élevation préopératoires.

a. Œil droit ; b. Œil gauche. Aspect hyperprolate avec augmentation de l'élevation des faces antérieures et postérieures après réalisation d'une correction intrastromale de la presbytie chez un patient opéré précédemment par lasik hypermétropique.

1. Service d'ophtalmologie, hôpital de La Timone, Marseille 2. Interne en 7^e semestre.

Peu de cas de chirurgie réfractive associée à la procédure Intracor™ ont été publiés. En 2009, Ruiz, a rapporté 30 cas de laser Intracor™ après lasik, la plupart des yeux étaient sur-correctés mais aucune autre complication n'a été rapportée. En 2010, Saad *et al.* [3] ont décrit le premier cas d'ectasie cornéenne après association de chirurgie réfractive intrastromale et lasik. Dans notre observation, la kératométrie est restée stable sept ans après traitement d'une hypermétropie par lasik et l'augmentation rapide de la prolativité a été observée rapidement après la procédure de traitement de la presbytie par incisions intrastromales.

Contrairement aux ectasies observées après lasik, nous avons observé une ectasie parfaitement centrée et l'absence d'aminicissement cornéen associé. Nous supposons que l'effet

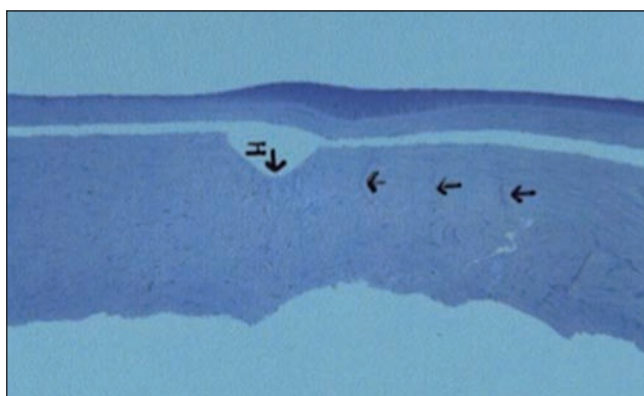


Figure 2. Histologie cornéenne après kératoplastie lamellaire profonde. Sur la partie antérieure du lenticule, l'épithélium a une épaisseur inégale avec un territoire hyperplasique dans la région paracentrale. Au centre et à côté de l'hyperplasie, l'épithélium devient atrophique avec seulement deux à trois couches cellulaires. La membrane de Bowman est intacte et le stroma sous-jacent est parfaitement régulier. Parmi les incisions intrastromales (flèches), la plus centrale atteint l'interface lasik, ce qui entraîne une béance stromale visible sous forme d'une rupture nette de la continuité de l'interface (Remerciements : Michelle Savoldelli, Hôtel-Dieu, APHP).

additif d'une incision lamellaire dans le plan frontal (volet du lasik) et d'incisions intrastromales circulaires dans le plan sagittal perturbent fortement la stabilité structurelle de la cornée, et ce d'autant plus que la longueur des incisions verticales augmente de la périphérie vers le centre (l'incision centrale est le double de la taille de l'incision périphérique la plus extérieure). L'étude histologique du bouton cornéen après greffe lamellaire antérieure profonde nous a permis d'observer que l'interface du volet de lasik par l'incision centrale a pu majorer l'affaiblissement du lit postérieur.

Points forts

- Les recommandations de la chirurgie intrastromale sont les mêmes que pour la chirurgie réfractive conventionnelle : pachymétrie > 500 µm, stabilité réfractive, absence d'asymétrie cornéenne, pas d'antécédents de chirurgie réfractive incisionnelle.
- Il ne faut pas associer une procédure de chirurgie intrastromale à une procédure lasik antérieure et ce quel que soit le délai. En effet, la prédictibilité du résultat reste inconnue et le risque d'ectasie cornéenne est majeur, surtout en cas de croisement des incisions cornéennes.

Bibliographie

1. Ruiz LA, Cepeda LM, Fuentes VC. Intrastromal correction of presbyopia using a femtosecond laser system. *J Refract Surg.* 2009; 25(10):847-54.
2. Holzer MP, Mannsfeld A, Ehmer A, Auffarth GU. Early outcomes of INTRACOR femtosecond laser treatment for presbyopia. *J Refract Surg.* 2009;25(10):855-61.
3. Saad A, Grise-Dulac A, Gatinel D. Bilateral loss in the quality of vision associated with anterior corneal protrusion after hyperopic LASIK followed by intrastromal femtolaser-assisted incisions. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(11):1994-8.

Le calendrier des congrès sur le site des Cahiers

● Vous y trouverez la liste de toutes les manifestations françaises (congrès, journées de formation, DU...), et les principales manifestations internationales.

● Pour faciliter vos recherches, vous pouvez les classer sur 4 critères :

- ✓ le domaine ✓ l'année
- ✓ le pays ✓ le mois

● Un lien vous conduit vers le site de la manifestation (ou au moins l'adresse mail pour avoir des informations).

Organisateurs de congrès, réunions de formation, DIU... !

Envoyez vos informations le plus longtemps possible à l'avance à :

contact@cahiers-ophtalmologie.com.

Nous les publierons dès leur arrivée dans la rubrique Congrès et formation des Cahiers puis sur le site.



L'OCT Passé, présent et futur

Belkacem Haouchine

Cet article rappelle le passage de la technique du «Time Domain» des premiers appareils au «Spectral Domain» qui a permis de baisser la résolution longitudinale à 5-6 μm et d'augmenter la vitesse d'acquisition des images à plus de 40 000 scans par seconde. Avec le «Swept Source», on peut dorénavant mesurer l'épaisseur de la choroïde. Les futurs développements des OCT devraient permettre l'amélioration de la résolution axiale, déjà réduite à 3 μm , et de la résolution transversale en faisant appel à l'optique adaptative. Des OCT sensibles à la polarisation, les OCT Doppler ou l'Optical Coherence Angiography (OCA) pourraient constituer les prochaines étapes de cette évolution.

Origine de l'OCT

La fabrication d'un appareil d'OCT à usage d'imagerie du globe oculaire est le résultat du développement d'un prototype dû à une équipe de bio-ingénieurs du Massachusetts Institute of Technology et d'ophtalmologistes du New England Eye Center de Boston.

Les premières images en coupe optique de la rétine *in vitro* ont été publiées en 1991 dans *Science* par Huang, Swanson et Puliafito. En 1995, le même groupe a publié les premières coupes OCT *in vivo* de la rétine d'yeux humains normaux et pathologiques. L'OCT (OCT 1) a été commercialisé fin 1996 par Humphrey Instruments (San Leandro, Californie). La résolution axiale de la machine était d'environ 14 μm et les coupes comportaient une centaine de scans seulement. Une deuxième machine (OCT 2) a été commercialisée en 1999 améliorant l'acquisition des images mais utilisant la même source laser et donc la même résolution. En 2002 est apparue une nouvelle machine (OCT 3 ou Stratus OCT) qui allait connaître un succès sans précédent et allait définitivement s'imposer dans l'exploration de la rétine. Cette machine apportait une amélioration de la résolution axiale (10 μm) et de la résolution transversale permettant l'acquisition de coupes composées de 512 scans.

En 2007, une nouvelle génération d'appareils utilisant une autre technique désignée par le terme «Spectral Domain» (la technique «classique» est dite «Time

Domain») est arrivée sur le marché. Grâce à l'utilisation d'un spectromètre, cette technique permet une amélioration spectaculaire de la vitesse d'acquisition des images (25 000 à 40 000 scans par seconde). La résolution longitudinale de ces appareils s'est également améliorée passant à 5-6 μm et la possibilité est apparue pour certaines machines de travailler en mode confocal (SLO-OCT). La source lumineuse reste – comme sur les premiers OCT – une diode supraluminescente émettant une longueur d'onde dans le proche infrarouge de 840 nm environ.

Sur les dernières machines, la vitesse d'acquisition se situe autour de 70 000 scans/s. Une vitesse de 100 000 scans/s est disponible sur une machine du groupe Topcon utilisant une «Swept Source».

Pour comprendre le principe de ces différentes techniques un petit rappel s'impose.

Domaine temporel, domaine fréquentiel ? Un rappel

OCT dans le domaine temporel

Dans l'OCT dans le domaine temporel, ou OCT Time Domain, le faisceau incident est dirigé vers l'interféromètre dans lequel une lame séparatrice permet de le diviser en deux faisceaux distincts, l'un dirigé vers les structures oculaires et l'autre vers un miroir de référence mobile. La réflexion du faisceau provenant de la structure de la rétine combinée au retour du faisceau de référence donne lieu à une interférence amplificatrice.

*Centre d'exploration de la vision, Rueil-Malmaison –
hôpital Lariboisière, Paris.*

OCT dans le domaine fréquentiel

Dans le domaine Fourier ou domaine fréquentiel, on peut distinguer deux méthodes assez proches :

- **l'OCT Spectral Domain (SD-OCT)**, également appelé OCT Fourier Domain), technique utilisée sur les OCT 3D actuels. Dans cette technique, le recueil des informations se fait à l'aide d'un spectromètre et une caméra CCD (*Charge-Coupled Device* ou dispositif à transfert de charge). La vitesse d'acquisition dépend de la performance des caméras utilisées. Actuellement, la vitesse d'acquisition des modèles commerciaux d'OCT varie de 26 000 à 70 000 scans/s ;
- **l'OCT « Frequency Domain » ou OCT Swept Source (SS-OCT)**, également appelé OCT Optical Frequency Domain, combine les avantages du Spectral Domain et du Time Domain. Une source variable en longueur d'onde est utilisée en conservant un bon rapport signal sur bruit. L'enregistrement du signal se fait comme sur le Time Domain avec un photodétecteur. L'avantage de cette technique est sa vitesse d'acquisition inégalée par rapport au SD-OCT (des prototypes utilisant des Swept Sources FDML peuvent atteindre 370 000 scans/s), mais la résolution axiale est cependant moins bonne que sur les OCT Spectral Domain.

L'utilisation d'une source infrarouge à 1 060 nm permet une meilleure visualisation de la choroïde et de ses limites (*figure 1*) ce qui permet de réaliser des cartographies automatiques de l'épaisseur choroïdienne (*figure 2*).

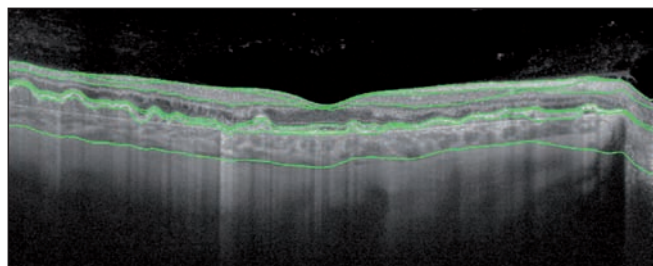


Figure 1. Délimitation automatique des couches rétinienne et de la choroïde (Topcon DRI OCT-1).

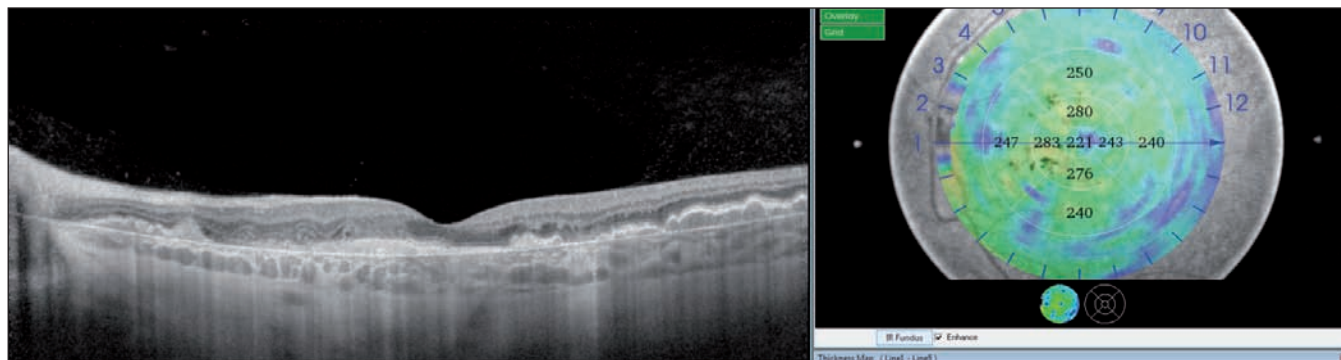


Figure 2. Coupe OCT et cartographie de l'épaisseur choroïdienne sur une machine Swept Source (Topcon DRI OCT-1).

Futurs développements de l'OCT

Résolution axiale

L'amélioration de la résolution axiale (en profondeur) a été l'un des premiers axes de recherche en OCT. Depuis le début de cette technique, la résolution est passée d'une quinzaine de microns à 5-6 microns. Actuellement, on assiste à l'arrivée de machines proposant une résolution de 3 μm (Canon). Une telle résolution permet de distinguer plus facilement les différentes couches rétinienne et de réaliser des cartographies automatiques des différents plans rétinien (*figure 3*).

Des sources laser permettent d'atteindre des résolutions de l'ordre du micron (laser titane-saphir), mais l'emploi routinier de sources laser aussi onéreuses et délicates à manier est difficilement envisageable en pratique courante.

Résolution transversale

La résolution transversale (ou latérale) est indépendante de la résolution en profondeur puisqu'elle est déterminée par les propriétés de focalisation du faisceau optique. La largeur du point de focalisation est limitée par le diamètre de la tache de diffraction. Cette résolution est limitée sur les machines commercialisées à 15-20 μm . C'est pour cette raison qu'il est impossible de discerner les photorécepteurs les uns des autres même en améliorant la résolution en profondeur à 1 ou 2 μm .

L'amélioration de cette résolution fait appel à l'*optique adaptative*. Plusieurs publications soulignent l'intérêt de cette technique rendant possibles des résolutions transversales de moins de 5 μm . L'optique adaptative est par ailleurs depuis plusieurs années une importante voie de recherche en imagerie de la rétine (OCT grand champ) qu'elle soit couplée ou non à l'OCT, cette technique permettant déjà la visualisation et le comptage des photorécepteurs.

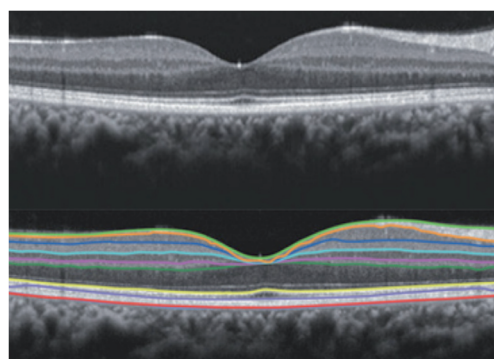


Figure 3. Cartographies des différents plans rétiens (OCT-HS100 Canon).

Polarization Sensitive OCT (PS-OCT) ou OCT sensible à la polarisation

La polarisation d'une onde lumineuse subit une transformation lorsqu'elle traverse un milieu ou qu'elle est renvoyée par une cible. Cette variation de l'état de polarisation de l'onde permet alors de caractériser un tissu donné. La couche de l'épithélium pigmentaire est particulièrement bien visualisée par cette technique.

Dans le domaine de la polarisation, on s'intéresse également aux propriétés de biréfringence de la rétine qui permet de mesurer l'épaisseur de la couche des fibres optiques périrapillaires à l'image de ce qui se fait avec l'analyseur de fibres optiques (Gdx).

OCT Doppler

En OCT, on s'intéresse à la mesure du flux sanguin depuis plusieurs années. Les résultats des premiers travaux réalisés avec la technique conventionnelle (Time Domain) ont été limités. Depuis l'arrivée des OCT dans le domaine spectral, on assiste à un regain d'intérêt pour cette méthode. La Frequency Domain utilisant des Swept Sources est préférée au Spectral Domain. Les techniques de mesure sont constam-

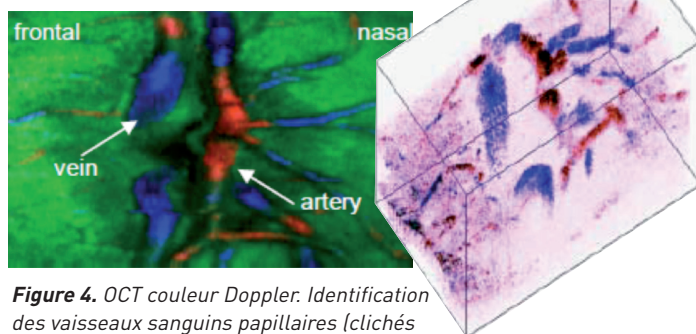


Figure 4. OCT couleur Doppler. Identification des vaisseaux sanguins papillaires (clichés dus à l'amabilité du Pr Rainer Leitgeb, Center for Biomedical Engineering and Physics, Vienne et Laboratoire d'optique biomédicale, École polytechnique fédérale de Lausanne).

ment améliorées en utilisant soit des lasers de longueurs d'onde différentes, des caméras plus rapides ou, plus récemment, une amélioration technique appelée Résonant Doppler FD-OCT censée prévenir le flou des franges d'interférence induit par le flux (figure 4).

Optical Coherence Angiography (OCA), ou Doppler OCA, est une technique décrite par Shuichi Makita en 2006. Elle permet une reconstruction 3D des vaisseaux rétiens et choroïdiens en combinant l'image basée sur l'intensité et celle basée sur le flux sanguin. D'abord décrite en mode Spectral Domain et une longueur d'onde de 830 nm, la technique a depuis été expérimentée en mode Frequency Domain en l'utilisant avec une Swept Source (figure 5).

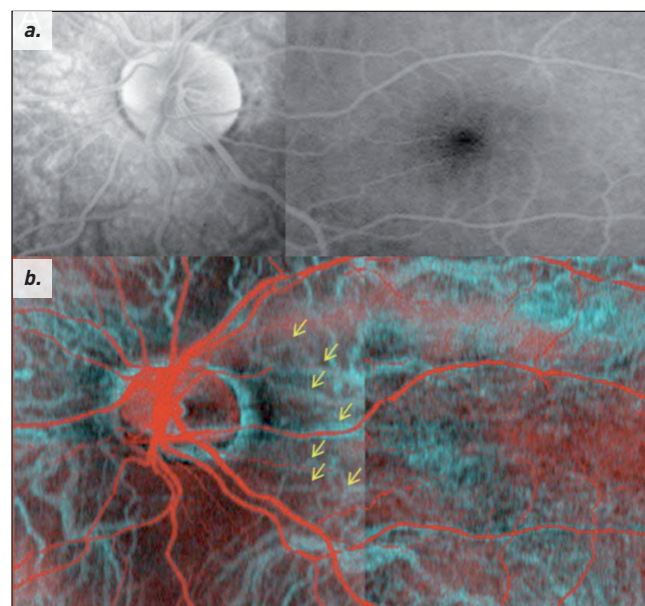


Figure 5. Clichés de la région papillaire et de la macula, en angiographie à la fluorescéine (a) et en Optical Coherence Angiography (b) (clichés dus à l'amabilité de Shuichi Makita, Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, Japon).

Conclusion

Il existe encore une grande marge de progression dans la technologie OCT, à la fois vers le détail de l'ordre du micron, vers la reconstruction 3D des cellules de la rétine et vers l'analyse fonctionnelle du débit sanguin rétinien ou de l'activité électrique ponctuelle de la rétine. Mais il est probable que ces inventions ne dépasseront le stade du prototype que si des applications cliniques nécessitant ces nouvelles informations voient le jour.



OCT du segment antérieur du sujet sain

Mickaël Sellam

L'OCT permet l'examen du segment antérieur de façon non-contact et rapide. Cet article fait un tour d'horizon des différentes applications de l'OCT de segment antérieur et décrit la sémiologie en OCT chez le sujet sain.

Les différents OCT du segment antérieur

Les OCT purement de segment antérieur utilisent une longueur d'onde de 1310 nm. Disponibles ce jour :

- OCT Visante (Carl Zeiss Meditec), technologie *Time Domain* ; la résolution axiale est de 18 μm et transverse de 60 μm ;
- OCT de lampe à fente (Heidelberg), premier appareil mis sur le marché en 2003 ;
- SS-1000 Casia (Tomey) : reconstruction en 3D utilisant la technologie *Swept Source* OCT dont la résolution axiale est de 10 μm .

Les autres OCT de segment antérieur sont en réalité des OCT de segment postérieur (*Spectral Domain*) auxquels s'ajoutent des lentilles et des logiciels spécifiques pour l'exploration du segment antérieur. Ils sont équipés de système d'*eye-tracking* permettant une très haute qualité d'image chez les patients ayant une mauvaise fixation. La longueur d'onde utilisée varie de 820 nm à 880 nm selon les appareils :

- Spectralis de Heidelberg (820 nm),
- RTVue d'Optovue (840 nm),
- Optos OCT SLO (830 nm),
- Nidek RS-3000 (880 nm)
- Topcon 3D OCT-2000 (840 nm),
- Canon OCT-HS100 (855 nm),
- Cirrus HD-OCT de Carl Zeiss Meditec 500/5000 (840 nm).

Ces deux grands types d'OCT diffèrent par leur longueur d'onde et par leur technologie (*Time Domain* pour l'OCT Visante et l'OCT de lampe à fente de Heidelberg ; *Spectral Domain* pour les autres), donc par la résolution axiale de l'image et par la taille du scan. Les OCT émettant à 1310 nm permettent de réaliser des coupes plus longues (> 15 mm) mais avec une définition de l'ordre de 30 μm , alors que les OCT émettant à 840 nm permettent de réaliser au maximum des coupes de l'ordre de 10 à 12 mm mais avec une définition de l'ordre de 6 μm . Une meilleure appréciation globale du segment antérieur, de

l'angle et des relations des différentes structures entre elles sera obtenue avec des appareils émettant à 1310 nm alors qu'une analyse plus fine de la cornée sera obtenue avec les OCT de type *Spectral Domain*. Ces deux types d'OCT semblent donc être complémentaires avec toutefois un avantage non négligeable en faveur des OCT émettant à 840 nm puisqu'ils permettent l'exploration du segment postérieur en plus de l'analyse antérieure.

Intérêts et champs d'application

L'imagerie du segment antérieur obtenue en OCT présente de nombreux intérêts liés à l'acquisition des images : non-contact et rapide, reproductible et déléguable, pouvant être réalisée dans des conditions physiologiques (assis, possibilité de modifier les conditions lumineuses de la salle d'examen).

Les champs d'application clinique sont multiples et, comme nous le verrons, l'évolution des logiciels permet une meilleure analyse des images grâce aux modules « réfractif » et « irido-cornéen » disponibles :

• dans le glaucome :

- carte pachymétrique,
- mesures de l'angle irido-cornéen et flèche cristallinienne,
- aide à la compréhension des mécanismes en jeu dans les suites de chirurgie filtrante ;

• en chirurgie réfractive :

- lors de reprises chirurgicales de lasik pour la mesure du mur postérieur résiduel,
- avant implantation phaque,
- mesure du pouvoir réfractif cornéen après chirurgie réfractive :

- système Visante Omni chez Carl Zeiss Meditec combinant la technologie Placido et OCT afin de déterminer la courbure et l'élévation de la face postérieure de la cornée à partir de la courbure antérieure et de la pachymétrie,
- pouvoir réfractif cornéen des faces antérieures et postérieures par évaluation de la courbure de chaque face avec le SD OCT RTVue d'Optovue,
- analyse topographique de la cornée par reconstruction

Centre d'exploration de la vision, Rueil-Malmaison.

volumique avec le SS-1000 ;

- **pour les pathologies de cornée :**

- greffes lamellaires,
- profondeur de taies cornéennes,
- dystrophies cornéennes,

- exploration du segment antérieur en cas de **traumatisme oculaire** : le caractère non-contact de l'examen permet une analyse sans risque en cas de trouble important des milieux (cornée) ;

- **en contactologie** : aide à l'adaptation en lentilles des kératocônes grâce à l'étude du limbe et de la sclère [1].

OCT du segment antérieur du sujet sain

Les images en coupe de la cornée permettent d'identifier les différentes couches de la cornée (figure 1). Celles-ci seront plus nettement identifiables lors de l'utilisation d'instruments utilisant une longueur d'onde de 840 nm et la technologie *Spectral Domain OCT*. Ainsi, chez le sujet sain [2] :

- l'épithélium est de structure homogène, légèrement hyporéfléctif,
- la membrane de Bowman se voit aisément ; elle est parfaitement régulière et hyperréfléctive,
- le stroma cornéen sous-jacent est de structure plus hétérogène que l'épithélium,
- la couche endothélio-descemetique n'est peu ou pas visible.

Les OCT de longueur d'onde de 1310 nm réalisent une coupe scan plus grande que le Spectral Domain, de 16 mm, permettant ainsi une visualisation des relations entre les différentes structures du segment antérieur (figure 2).

Une biométrie précise et reproductible du segment antérieur mesure les éléments suivants [3] :

- pachymétrie (figure 3) :

- la pachymétrie cornéenne centrale normale est comprise entre 520 et 570 μm . La carte de pachymétrie est mesurée sur 6 mm (RTVue) ou sur 10 mm (Visante, Casia SS-1000) de diamètre ;

- il est également possible de mesurer la pachymétrie à un point donné, sur une image en coupe, à l'aide des calipers : mesure possible d'un volet cornéen de lasik ou de taie cornéenne ;

- profondeur de chambre antérieure : distance mesurée entre l'endothélium cornéen et la cristalloïde antérieure (ou face antérieure d'un implant) ;

- diamètre de chambre antérieure : soit la droite allant d'éperon scléral à éperon scléral opposé ;

- flèche cristallinienne : correspond à la hauteur mesurée entre le diamètre de chambre antérieure et l'apex cristallinien. Mise en évidence lors des études cliniques

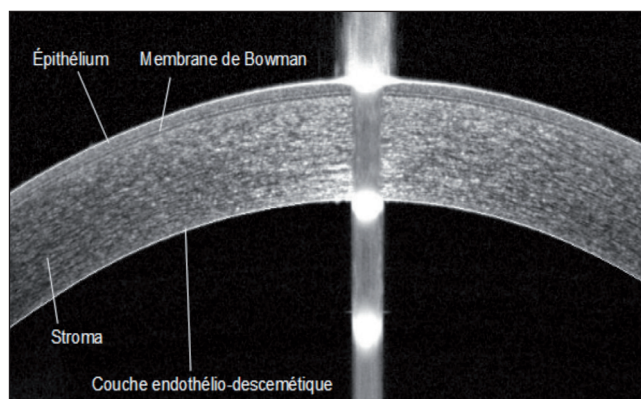


Figure 1. Coupe cornéenne.

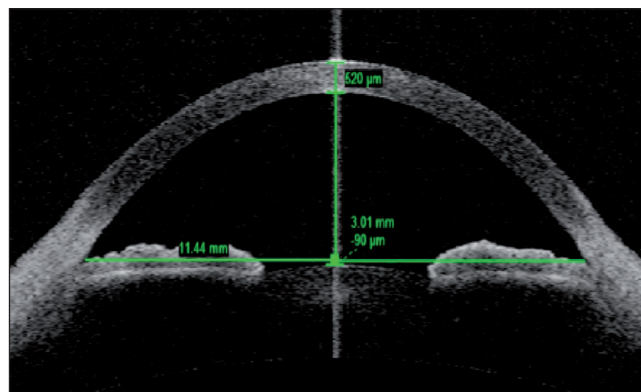


Figure 2. Coupe du segment antérieur.

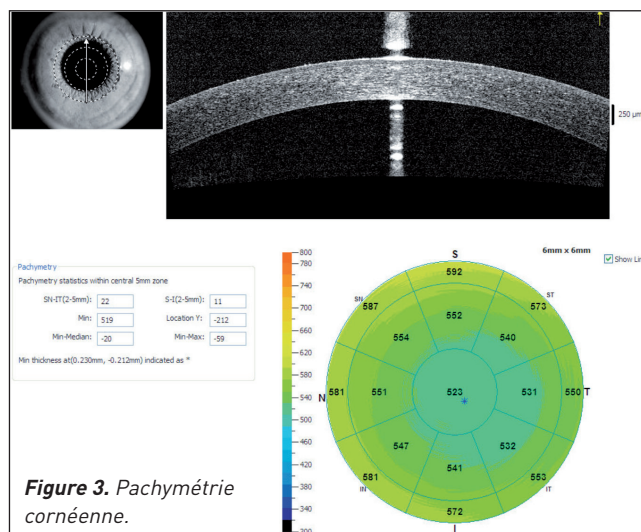


Figure 3. Pachymétrie cornéenne.

sur le vaulting du cristallin pour les implants paques, la composante cristallinienne est ainsi évaluée dans sa participation causale à la fermeture de l'angle irido-cornéen.

Glaucome

L'angle irido-cornéen ouvert met en évidence toutes les structures de l'angle (figure 4).

L'éperon scléral est aisément identifiable et doit être localisé avec précision, car il est le repère fixe de l'angle

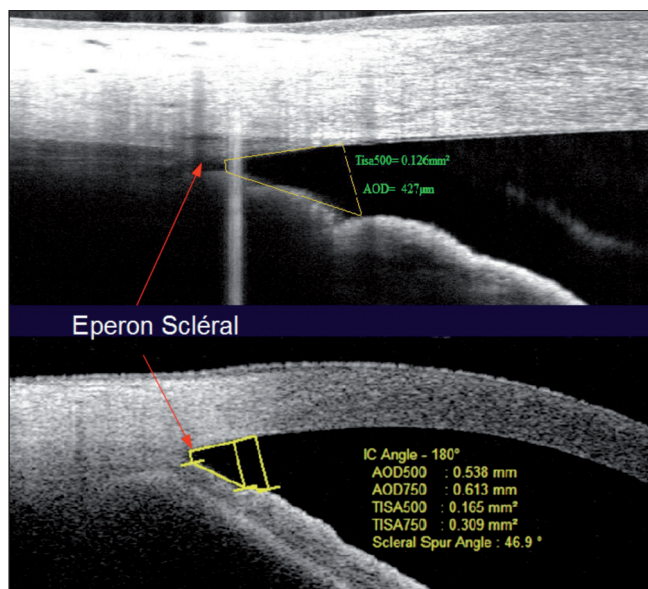


Figure 4. Angle irido-cornéen. En haut : RTVue. En bas : OCT Visante.

à partir duquel l'évaluation de l'ouverture de l'angle repose. En revanche, la visualisation des corps ciliaires est classiquement mauvaise ou impossible, selon le degré de pigmentation de l'iris, car jusqu'à présent le faisceau ne passe pas la barrière épithéliale irienne.

Plusieurs mesures de l'angle irido-cornéen peuvent être effectuées afin d'évaluer son ouverture (figure 4) à 500 µm ou à 750 µm de l'éperon scléral [4] : AOD (Angle Opening Distance), ARA (Angle Recess Area), TISA (Trabecular-Iris Space Area), TICL (Trabecular Iris Contact Length), TIA (Trabecular Iris Angle).

Le problème posé par ces mesures est celui de la grande variabilité anatomique interindividuelle de l'angle et de la difficulté de standardiser les conditions de luminosité ou de diamètre pupillaire permettant de définir ces valeurs ; il reste donc difficile de définir les valeurs normales de l'angle irido-cornéen. L'analyse volumique de l'angle est probablement une piste intéressante d'évaluation de l'angle irido-cornéen mais reste actuellement encore insatisfaisante.

Chirurgie réfractive

Les modules de chirurgie réfractive développés par les différents fabricants permettent (figure 5) :

- de placer sur l'image en coupe une ligne de sécurité située à une profondeur déterminée prédéfinie en cas de reprise de lasik afin de respecter un mur postérieur résiduel (RBS),
- d'évaluer la position post-chirurgicale d'un implant phaqué et de prévoir ainsi les distances de sécurité entre l'implant et le cristallin, et entre l'implant et l'endothélium, pour guider le choix de l'implant d'une part, et effectuer une surveillance (effet de *vaulting*) de ces implants

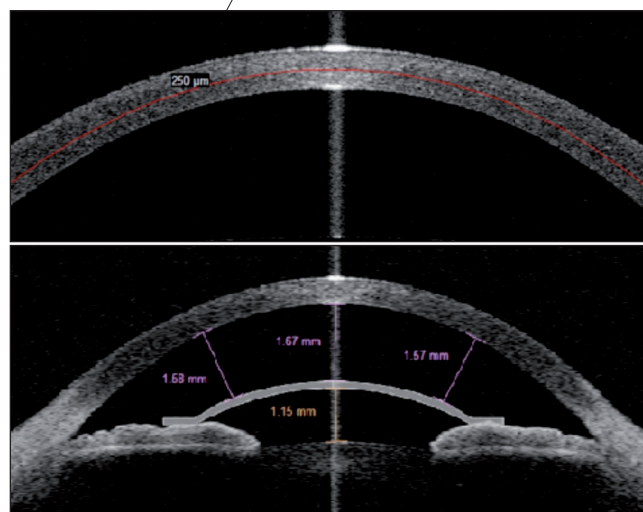


Figure 5. Module réfractif. En haut : ligne délimitant l'épaisseur de stroma résiduel à ne pas dépasser en cas de reprise de lasik. En bas : bilan préopératoire et distances de sécurité avant implantation phaqué.

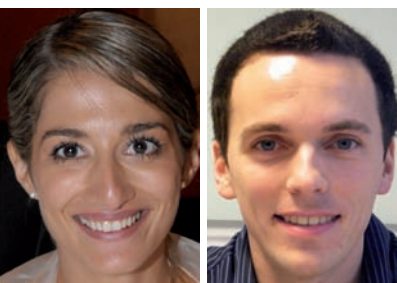
dans le temps d'autre part. Les conditions anatomiques locales requises [5] avant la pose d'implant phaqué sont : une densité endothéliale supérieure à 2 500 cellules/mm², une profondeur de chambre antérieure supérieure à 3 mm, une flèche cristallinienne inférieure à 600 µm (en moyenne, la flèche cristallinienne augmente de 20 µm/an) et une distance minimale de 1,5 mm entre le bord de l'implant et l'endothélium cornéen.

Points forts

- Mesures réalisables en conditions physiologiques (non-contact, ambiance lumineuse, position assise).
- Reproductibilité des mesures et précision de la biométrie du segment antérieur.
- Module réfractif et analyse préopératoire en cas de reprise de lasik ou d'implantation phaqué.
- Module d'analyse de l'angle irido-cornéen.
- Évaluation postopératoire des chirurgies filtrantes.

Bibliographie

1. Alonso-Caneiro D, Shaw AJ, Collins MJ. Using optical coherence tomography to assess corneoscleral morphology after soft contact lens wear. *Optom Vis Sci.* 2012;89(11):1619-26.
2. Sorbara L, Maram J, Fonn D *et al.* Metrics of the normal cornea: anterior segment imaging with the Visante OCT. *Clin Exp Optom.* 2010;93(3):150-6.
3. Samy El Gendy NM, Li Y, Zhang X, Huang D. Repeatability of pachymetric mapping using Fourier domain optical coherence tomography in corneas with opacities. *Cornea.* 2012;31(4):418-23.
4. Friedman DS, He M. Anterior chamber angle assessment techniques. *Surv Ophthalmol.* 2008;53(3):250-73.
5. Baikoff G. Anterior segment OCT and phakic intraocular lenses: a perspective. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(11):1827-35.



OCT du segment antérieur pathologique

Magali Albrieux-Jeanne, Florent Aptel

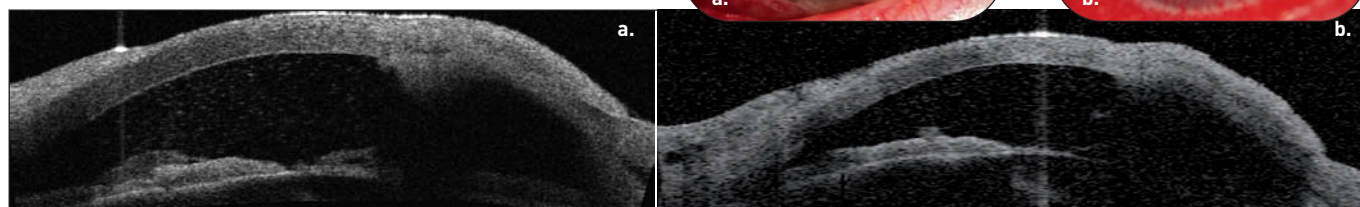
Parmi les différentes techniques d'imagerie du segment antérieur de l'œil, l'OCT a pour avantages principaux sa résolution spatiale importante et l'absence de contact entre le système optique et l'œil du patient, permettant un examen rapide, agréable et dénué de risque de transmission d'agents infectieux.

Cet article présente les différentes applications de l'OCT dans l'examen du segment antérieur pathologique.

La cornée

Kératite infectieuse

L'OCT permet de connaître la profondeur d'un abcès de cornée et d'en réaliser son suivi sous traitement local adapté [1] (figure 1).



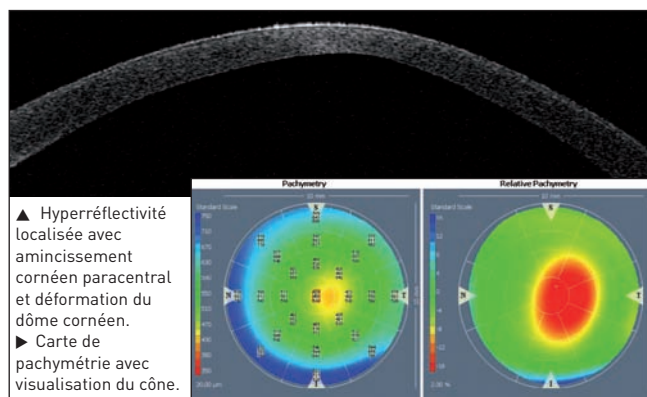
a. Absès de cornée grave, profond, lors de l'hospitalisation du patient. L'infiltration cornéenne apparaît comme une zone hyperréflective en OCT haute résolution. On note la présence de fibrine dans la chambre antérieure, un hypopion et un ptérygion en nasal.

b. Évolution de l'absès quelques jours après traitement par collyres fortifiés : diminution de la profondeur de l'absès, début d'amincissement cornéen, quasi-résorption de la fibrine en chambre antérieure.

Figure 1.

Dystrophie de cornée

Voici l'exemple d'un kératocône (figure 2).



▲ Hyperréflectivité localisée avec amincissement cornéen paracentral et déformation du dôme cornéen.
► Carte de pachymétrie avec visualisation du cône.

Figure 2. Kératocône avant cross-linking.

Pré- et post-chirurgie cornéenne

Kératoplastie

Avant une kératoplastie transfixiante ou lamellaire, l'OCT peut être utilisé pour évaluer l'épaisseur cornéenne centrale et obtenir une carte de pachymétrie, pour préciser la profondeur stromale des opacités cornéennes, ce qui orientera le geste chirurgical (possibilité d'une greffe lamellaire, profondeur de la dissection).

L'OCT permet d'identifier rapidement des complications post-chirurgicales, telles qu'un glaucome malin ou un détachement du greffon endothélial. Il permet donc de vérifier la bonne adhérence du greffon après greffe endothéliale, notamment en cas d'œdème cornéen gênant l'examen biomicroscopique [2,3] (figure 3).

Service d'ophtalmologie, centre hospitalier universitaire de Grenoble.

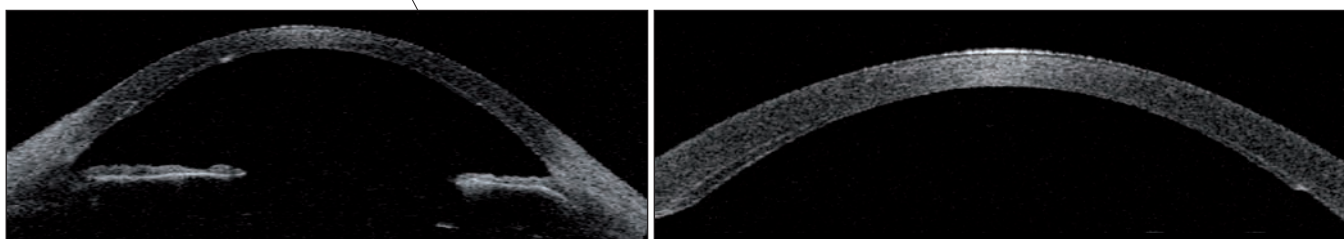


Figure 3. Contrôle à une semaine post-kératoplastie endothéliale (DSEK). L'OCT objective une bonne adhérence du greffon endothélial (images en basse et haute résolutions).

L'OCT permet de mesurer après kératoplastie lamellaire antérieure profonde (KLAP) l'épaisseur du mur postérieur du receveur et l'épaisseur du greffon [3] (figure 4).

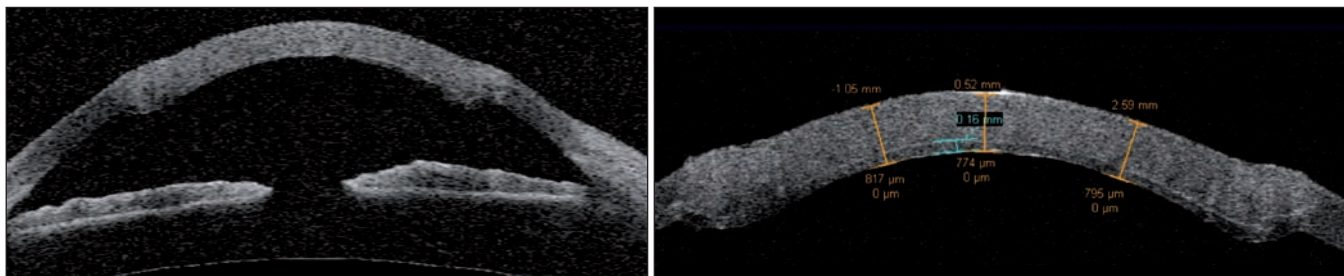


Figure 4. À gauche : aspect OCT à cinq jours post-KLAP : bonne congruence du greffon avec limite hyperréfléctive. À droite : image en haute résolution : calipers utilisés pour mesurer l'épaisseur cornéenne totale et du mur postérieur.

L'OCT permet d'analyser et de suivre un rejet de greffe (figure 5).

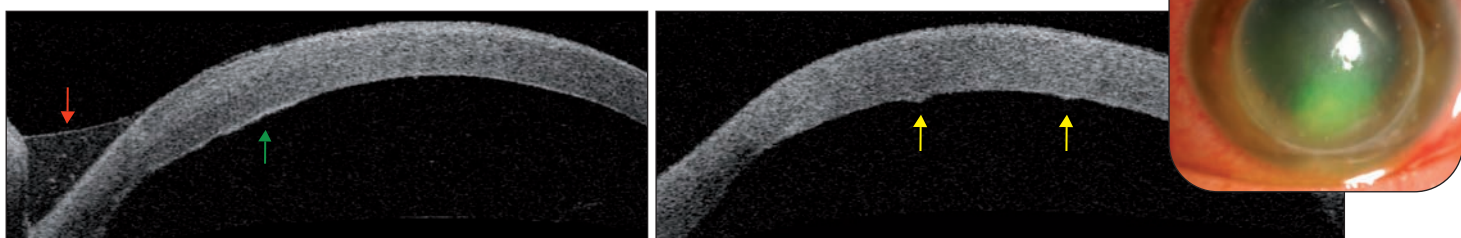


Figure 5. À droite : photographie d'un patient présentant un rejet de greffe 20 ans après kératoplastie transfixiante pour prise en charge d'un kératocône : œdème de cornée diffus associé à un ulcère de cornée inférieur superficiel. À gauche et au milieu : OCT en haute résolution : épaississement cornéen évalué à 800 µm, ligne endothéliale hyperréfléctive (flèche verte) et précipités rétrodescémétiques témoins du rejet endothélial (flèche jaune). À noter la rivière lacrymale entre la cornée et la paupière inférieure (flèche rouge).

Chirurgie réfractive

L'OCT est également utilisé en cas de chirurgie réfractive telle que le lasik [4] pour réaliser une carte de pachy-

métrie préopératoire et suivre l'évolution postopératoire (positionnement du capot), l'épaisseur du volet et celle du mur postérieur (stroma résiduel) (figure 6).

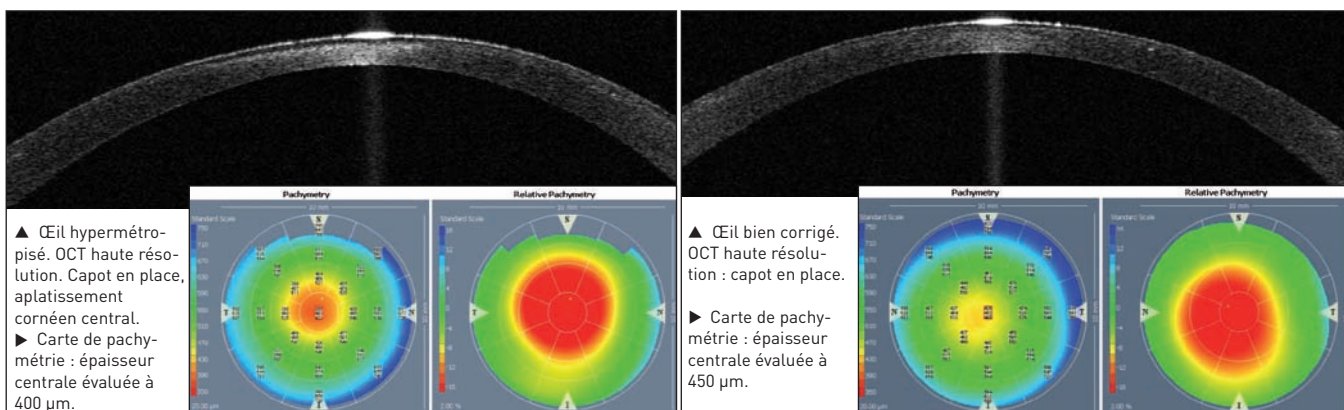


Figure 6. Patiente à deux mois d'un lasik au microkératome.

Angle irido-cornéen et glaucomes

Angle irido-cornéen

L'OCT permet d'analyser l'angle irido-cornéen : degré d'ouverture, insertion et aspect de l'iris (convexe, plan ou concave) et existence de synéchies antérieures [5,6].

Angle ouvert (figure 7)

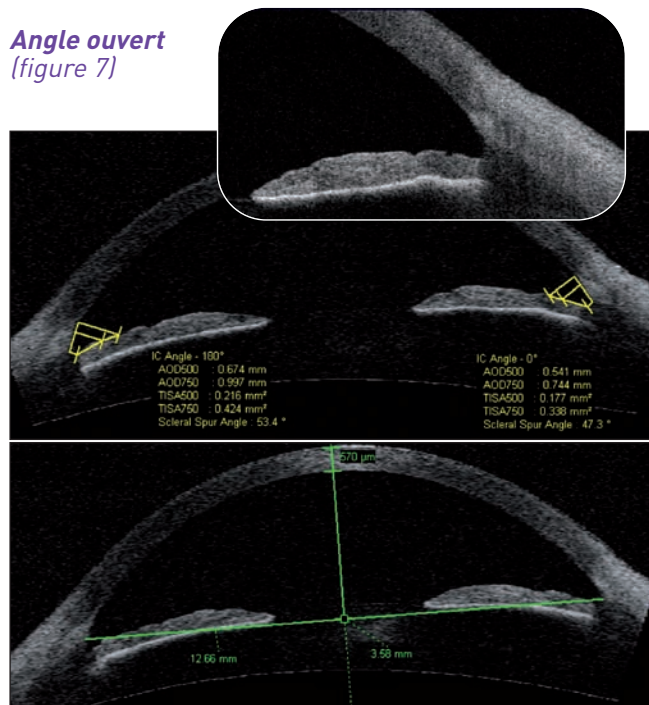


Figure 7. Coupes du segment antérieur en OCT :

- angle irido-cornéen ouvert : angle supérieur à 30° ;
- paramètres biométriques caractérisant l'ouverture de l'angle irido-cornéen : AOD (Angle Opening Distance) à 500 µm et 750 µm de l'éperon scléral ; TISA (Trabecular-Iris Space) à 500 µm et 750 µm de l'éperon scléral ;
- chambre antérieure de profondeur normale ;
- l'OCT permet le calcul de la flèche cristallinienne, qui est la distance entre la ligne joignant les deux éperons scléraux et la face antérieure du cristallin.

Angle fermé (figure 8)

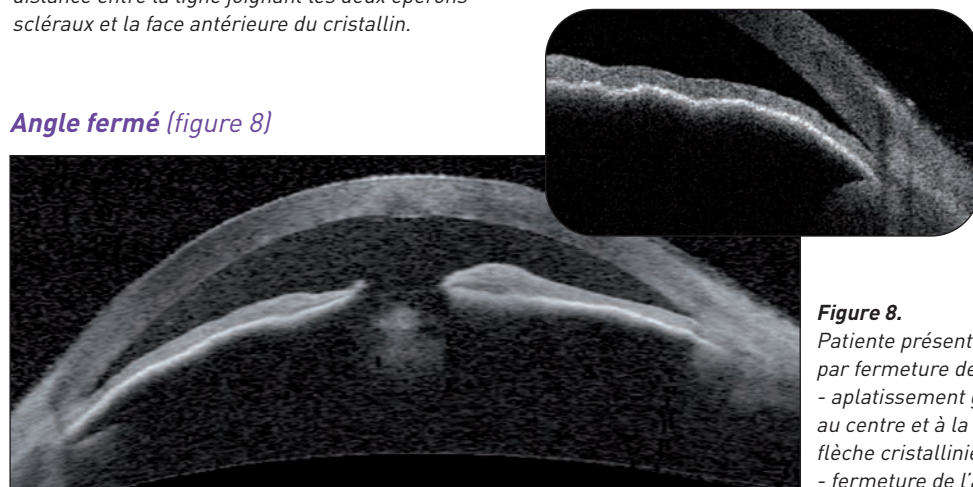


Figure 8.

Patient présentant une crise d'hypertonie par fermeture de l'angle :

- aplatissement global de la chambre antérieure à la fois au centre et à la périphérie (cristallin volumineux, avec flèche cristallinienne très importante) ;
- fermeture de l'angle irido-cornéen et convexité de l'iris.

Récession angulaire et iridodialyse (figures 9 et 10)

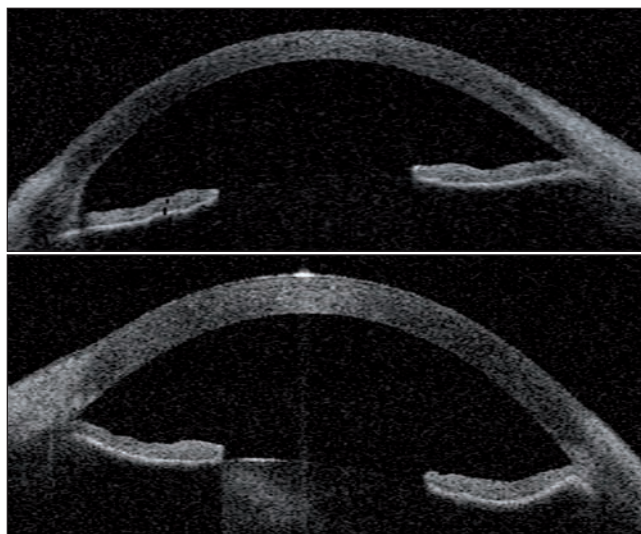


Figure 9. Coupes OCT du segment antérieur sur un œil ayant subi une contusion : recul de l'angle irido-cornéen avec approfondissement de la chambre antérieure.



Figure 10. À droite : iridodialyse post-contusion oculaire. Désinsertion de la base de l'iris avec cataracte blanche contusive. Ci-dessus : coupe OCT du segment antérieur : zones de dialyse irienne.

Appréciation de l'iridotomie périphérique au laser : caractère transfixiant ou non (figure 11)

L'OCT permet aussi l'analyse de la dynamique de l'angle, en analysant la fermeture ou l'ouverture de l'angle lors des variations de luminosité de la pièce (lors du passage du myosis à la mydriase physiologique (obscurité)) [7], analyse que l'on ne peut pas effectuer en gonioscopie.

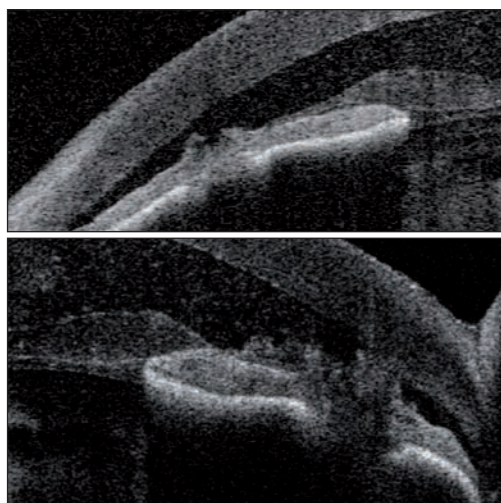


Figure 11.
En haut :
iridotomie non
transfixiante
(noter le
saignement à
partir de l'iris).
En bas :
iridotomie
transfixiante
(noter le
saignement à
partir de l'iris).

Caractéristiques des différents types de glaucome

Iris plateau (figure 12)

La biomicroscopie ultrasonore (UBM) reste l'examen de référence pour le diagnostic des syndromes d'iris plateau : elle permet de visualiser les structures en arrière de l'épithélium pigmenté irien et donc d'évaluer la forme et la position du corps ciliaire, notamment éliminer la présence de kystes irido-ciliaires [8].

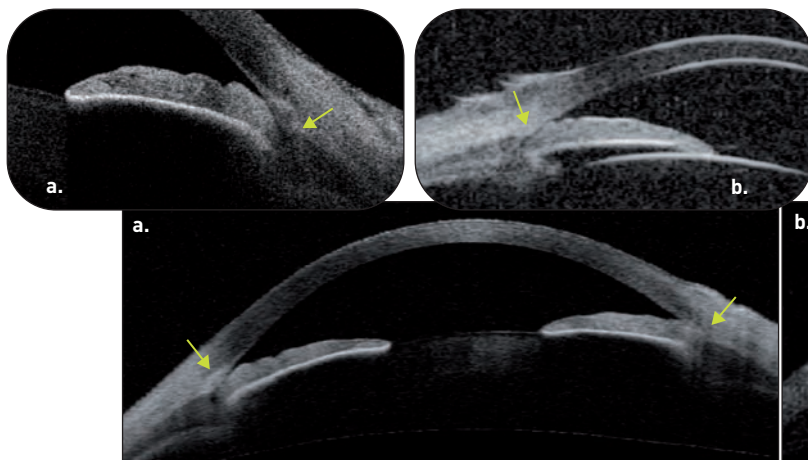


Figure 12. a. OCT Visante® **b.** Échographie UBM. Syndrome d'iris plateau après iridotomie laser : étroitesse persistante de l'angle, insertion antérieure de l'iris avec rotation antérieure des corps ciliaires (par rapport aux éperons scléaux : flèches), sulcus ciliaire étroit, chambre antérieure de profondeur relativement importante au centre (> 2 mm).

Glaucome malin (figure 13)

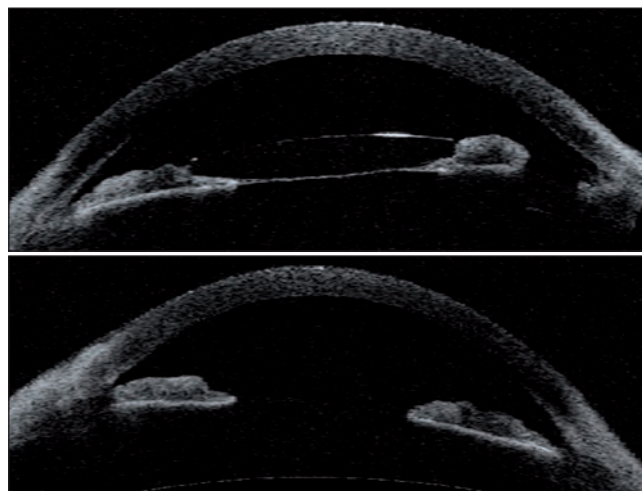


Figure 13. En haut : œil atteint de glaucome malin (glaucome par bloc ciliaire) post-phakoexérèse avec implant de chambre antérieure. Aplatissement de la chambre antérieure très asymétrique comparé à l'œil adelphe, déplacement antérieur de l'implant, iridectomie périphérique. En bas : œil adelphe.

Glaucome néovasculaire (figure 14)

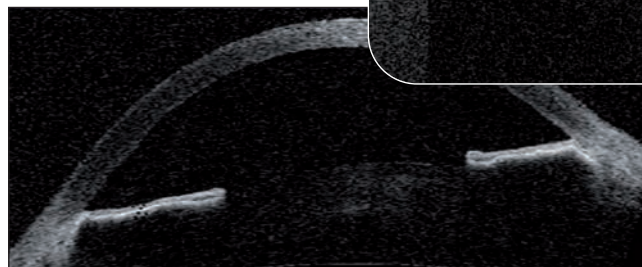


Figure 14. Glaucome néovasculaire compliquant une occlusion de veine centrale de la rétine de forme ischémique : aspect rectiligne, rigidifié de l'iris avec synéchies antérieures étendues (irido-cornéennes) responsables d'un aspect de « toile de tente » [5].

Syndrome de dispersion pigmentaire (figures 15 et 16)

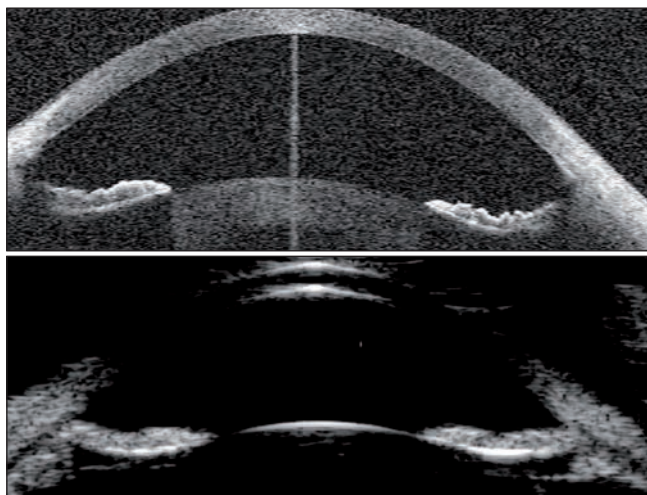


Figure 15. En haut : coupe du segment antérieur en OCT Visante®. En bas : échographie haute fréquence de 25 MHz. On visualise parfaitement la concavité antérieure de l'iris et son apposition à la face antérieure du cristallin : blocage pupillaire inverse [9].

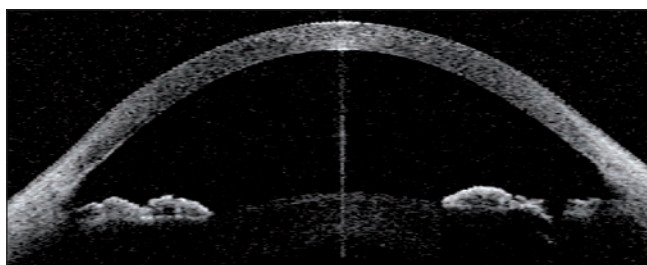
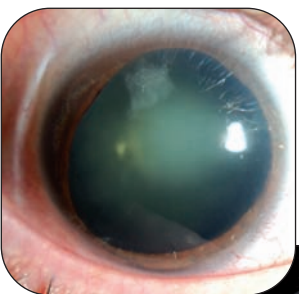


Figure 16. Même patient après iridotomie laser : disparition de la concavité antérieure de l'iris et du blocage pupillaire inverse.



Syndrome d'Urrets-Zavalía (figure 17)

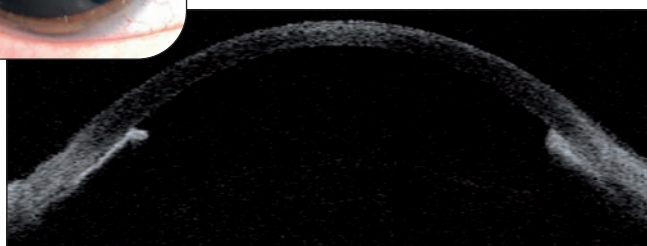


Figure 17. Patient présentant un syndrome d'Urrets-Zavalía après chirurgie de décollement de rétine : aspect d'aniridie quasi totale avec apposition de la collerette irienne résiduelle à la face postérieure de la cornée.

Suivi de la chirurgie du glaucome

L'OCT permet d'analyser la bulle de filtration, témoin de l'efficacité d'une chirurgie filtrante [10].

Bulle de filtration fonctionnelle (figure 18)

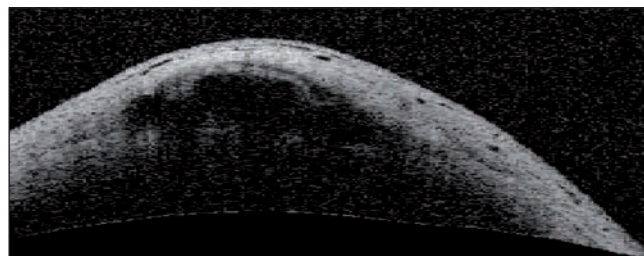


Figure 18. Bulle de filtration fonctionnelle après trabéculéctomie : tissu conjonctival très inhomogène et hyporéfléctif, avec présence de kystes sous-conjonctivaux. Noter la visibilité du volet scléral et du lac scléral sous-jacent.

Bulle de filtration non fonctionnelle (figure 19)

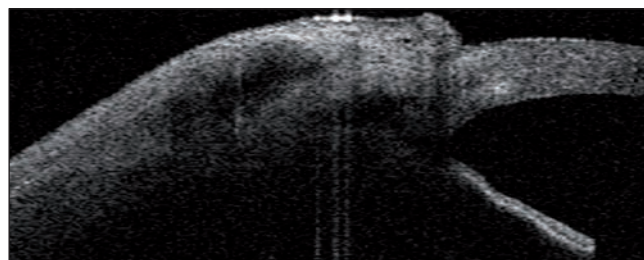


Figure 19. Bulle de filtration encapsulée avec tissu conjonctival hyperréfléctif et homogène s'opposant à la filtration.

Iris et corps ciliaire

Tumeur irienne [11,12] (figure 20)

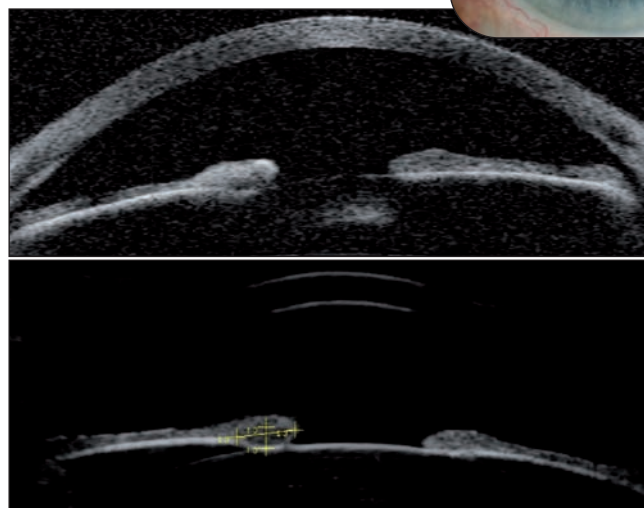


Figure 20. En haut : lésion irienne pigmentée avec rétraction de l'iris en regard. Au milieu : l'OCT objective une surépaisseur hyperréfléctive en surface avec zone hyporéfléctive sous-jacente. En bas : la sonde échographique haute fréquence de 50 MHz met en évidence une zone hypo-échogène.

Uvéites et maladies inflammatoires

Épisclérite (figure 21)

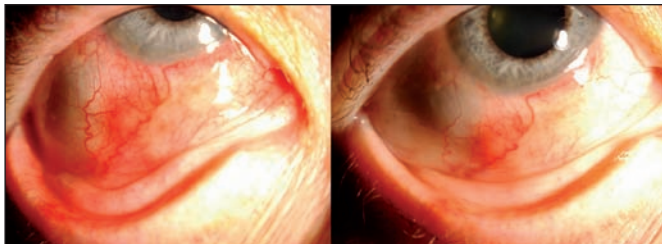


Figure 21. En haut : photographie d'une patiente porteuse d'une épisclérite nodulaire, avant et après test à la néosynéphrine. À noter la diminution incomplète de l'hyperhémie après test à la néosynéphrine. À gauche : l'OCT objective une surépaisseur hyperréfléctive avec zone hyporéfléctive sous-jacente.

Synéchies iridocristalliniennes (SIC) et précipités rétrodescémétiques (PRD) granulomateux (figure 22)

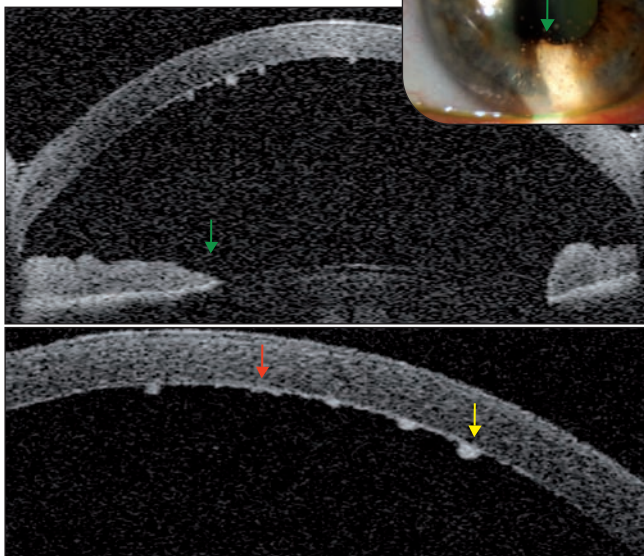


Figure 22. En haut : photographie d'une patiente porteuse d'une SIC inférieure et PRD granulomateux. Au milieu : coupe d'OCT Visante® : visualisation de PRD sphériques et de la SIC (flèche verte). À droite : image en haute résolution qui objective des PRD plats (flèche rouge) et sphériques (flèche jaune).

Figure 25. Découpe de la capsule postérieure effectuée au laser Nd:YAG.

Cristallin et chirurgie de cataracte

Cataracte post-traumatique (figure 23)

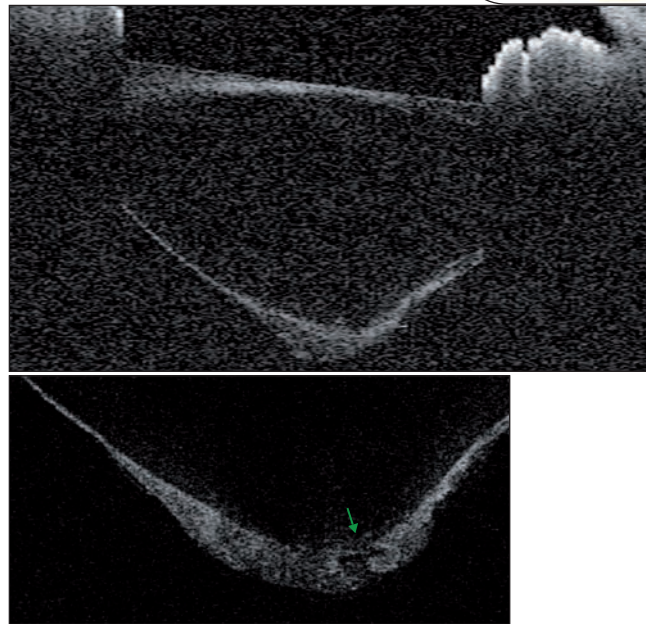
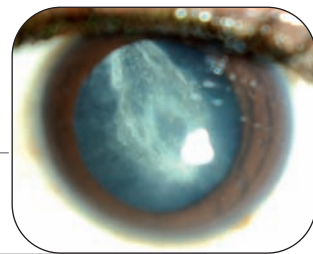


Figure 23. En haut : photographie d'un patient porteur d'une cataracte post-traumatique (coup de poing). Au milieu : OCT Visante® basse résolution : perte de la forme lentillaire du cristallin avec un aspect conique postérieur. En bas : OCT haute résolution. Visualisation d'un épaississement et d'une brèche (flèche verte) de la capsule postérieure.

Incision de chirurgie de cataracte (figure 24)

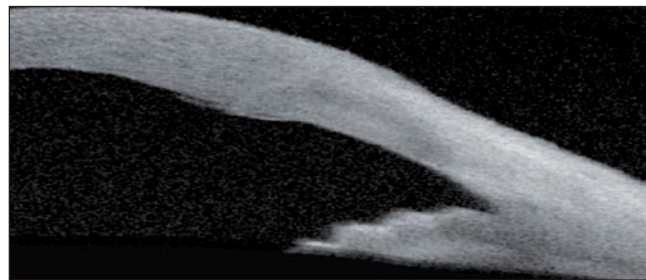
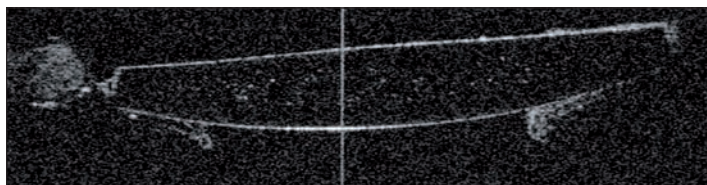


Figure 24. Coupe OCT haute résolution : incision de cataracte étanche à J1 de la chirurgie. Bonne congruence des berges avec œdème intracornéen secondaire à l'hydrosuture [13,14].

Capsulotomie au laser Nd:YAG (figure 25)



Conclusion

L'OCT du segment antérieur offre des images d'excel-lente résolution du segment antérieur. C'est un examen facile à réaliser, peu dépendant de l'habileté de l'opérateur et très bien toléré par le patient (non contact). L'OCT est particulièrement performant pour l'analyse statique et dynamique de l'angle irido-cornéen, mais d'un intérêt plus limité pour l'analyse des structures situées en arrière de l'iris et du corps ciliaire. C'est un examen également très utile en chirurgie réfractive et pour le suivi des patients ayant bénéficié de greffes de cornée.

Conflits d'intérêts : Aucun

Références

1. Konstantopoulos A *et al.* Assessment of the use of anterior segment optical coherence tomography in microbial keratitis. *Am J Ophthalmol.* 2008;146(4):534-42.
2. Yeh RY *et al.* Predictive value of optical coherence tomography in graft attachment after descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology.* 2013;120(2):240-5.
3. Nesi TT *et al.* Indications of optical coherence tomography in keratoplasties: literature review. *J Ophthalmol.* 2012;2012:989063. [Epub 2012 Oct 15.]
4. Kucumen RB *et al.* AS-OCT as a tool for flap thickness measurement after femtosecond-assisted LASIK. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2011;42(1):31-6.
5. Baudouin C *et al.* Application of anterior segment OCT to the study of glaucoma. *J Fr Ophtalmol.* 2008;31(6 Pt 2):2S5-9.
6. Perera SA *et al.* Imaging of the iridocorneal angle with the RTVue spectral domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(4):1710-3.
7. Aptel F *et al.* Biometric evaluation of anterior chamber changes after physiologic pupil dilation using Pentacam and anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(7):4005-10.
8. Le Corre A *et al.* Plateau iris-like configuration resulting from numerous iridociliary cysts. *J Fr Ophtalmol.* 2009;32(7):501-4.
9. Aptel F *et al.* Biometric analysis of pigment dispersion syndrome using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2011;118(8):1563-70.
10. Labbé A *et al.* Utility of the Visante OCT in the follow-up of glaucoma surgery. *J Fr Ophtalmol* 2007;30(3):225-31.
11. Razzaq L *et al.* Anterior segment imaging for iris melanocytic tumors. *Eur J Ophthalmol.* 2011;21(5):608-14.
12. Bianciotto C *et al.* Assessment of anterior segment tumors with ultrasound biomicroscopy versus anterior segment optical coherence tomography in 200 cases. *Ophthalmology.* 2011;118(7):1297-302.
13. Calladine D. Optical coherence tomography studies of clear corneal incision wound architecture. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(7):1375; author reply 1375-6.
14. Fukuda S *et al.* Wound architecture of clear corneal incision with or without stromal hydration observed with 3-dimensional optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2011;151(3):413-9.



L'OCT normal du segment postérieur en Spectral Domain

Stéphane Pommier

Les Spectral Domain OCT (SD-OCT) ont beaucoup apporté à l'exploration du segment postérieur. Permettant des acquisitions en meilleure résolution et en un minimum de temps, ils permettent une sémiologie plus fine de l'imagerie normale. Ainsi, ils nous offrent les meilleurs outils pour décrire les différents phénomènes pathologiques rétiens ou atteignant le nerf optique. Profitant de diverses innovations technologiques, les structures oculaires jusqu'alors non étudiées comme la sclère ou la choroïde sont désormais accessibles, ouvrant le champ à de nouvelles explorations.

Au niveau du segment postérieur, les Spectral Domain OCT (SD-OCT) permettent les mêmes explorations de l'aire maculaire et du nerf optique que leurs prédécesseurs, les Time Domain OCT (TD-OCT), mais avec une amélioration de la résolution des images et de leur vitesse d'acquisition.

Couplés à la sommation d'images, le *eye-tracking*, et à l'EDI (*Enhanced-Depth Imaging*), ils ouvrent le champ à de nouveaux modes de cartographie rétinienne, à l'imagerie 3D ou encore au mode coronal dit « en face ».

Amélioration de la résolution

L'arrivée des SD-OCT permet d'obtenir des images se rapprochant encore un peu plus de la coupe « histologique ». Chacune des couches rétinienne peut ainsi être aisément individualisée.

En partant de la superficie rétinienne vers la sclère (figure 1) :

- hyperréflexivité aux bords de la fovéa correspondant à l'adhérence vitréenne sur la limitante interne (1) ;
- couche des fibres optiques, nettement hyperréflexives (2) ;
- couches intrarétiniennes de faible réflectivité : couche ganglionnaire (3), nucléaire interne (cellules bipolaires) (4) et nucléaire externe (noyaux des photorécepteurs) (5), séparées par des couches plus réfléchissantes : la plexiforme interne (cellules amacrine) (6) et plexiforme externe (cellules horizontales H1 et H2) (7) ;
- au-dessous de la nucléaire externe, une fine couche

hyperréflexive correspondant à la limitante externe (8) matérialisant des *zonulae adherentes* reliant les segments internes des photorécepteurs aux cellules de Müller et les cellules de Müller entre elles ;

- couche fortement réfléchive (9) séparant deux zones hyporéflexives correspondant à la jonction entre articles internes (10) et externes (11) des photorécepteurs ;

- la couche réfléchissante suivante correspond à l'épithélium pigmentaire (EP) (12). Remarquons que l'épaisseur de la couche des articles externes comprise entre l'EP et l'interface articles internes/articles externes est plus importante dans la région fovéale. La couche de l'EP apparaît en fait formée de deux bandes hyperréflexives. La plus externe correspondrait aux corps cellulaires de

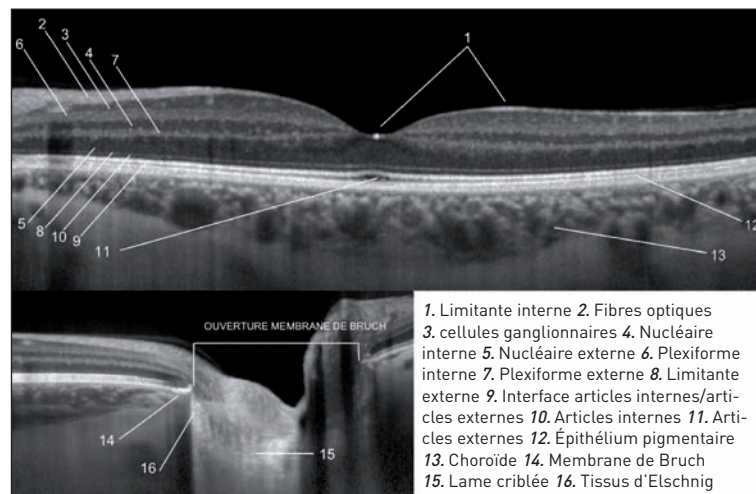


Figure 1. Les couches de la rétine au niveau maculaire et du nerf optique en SD-OCT (Spectralis, Heidelberg).

Centre d'ophtalmologie du Pays des Sorgues,
Collectif P1,5

l'EP. L'origine de la plus interne reste discutée et correspondrait à la membrane de Verhoeff, jonctions étanches entre les cellules de l'EP, ou encore aux plis de la partie basale et des procès apicaux qui entourent les segments externes des photorécepteurs ;

- la membrane de Bruch n'est pas discernable de l'EP ;
- une dernière région de réflectivité hétérogène apparaît enfin, correspondant à la choroïde (13).

Au niveau du nerf optique, on identifie clairement la membrane de Bruch (14), dont l'arrêt définit le canal scléral, la lame criblée (15) et éventuellement le tissu d'Elschnig (16).

Les travaux récents de Reis *et al.* [1] montrent qu'il existe souvent une différence entre les limites du disque optique telles qu'elles sont perçues au fond d'œil ou sur rétinothotographie et celles définies par le SD-OCT.

Overlapping et eye-tracker

La technique de l'*overlapping* consiste à superposer plusieurs images de la même coupe rétinienne afin d'en renforcer le contraste et de favoriser le rapport signal sur bruit. Les différentes couches rétinienne sont nettement plus visibles et individualisables (figure 2). L'*overlapping* est sensible aux mouvements oculaires et à la durée d'acquisition d'images. Une importante fréquence de balayage des A-scans et un système optique capable de recalculer les images les unes par rapport aux

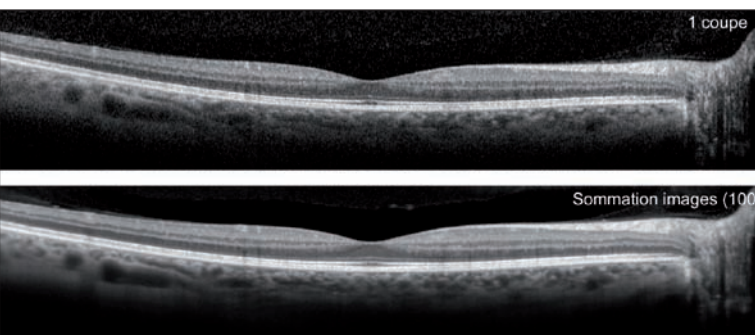


Figure 2. Somme d'images (Spectralis, Heidelberg).

autres sont indispensables.

Pour compenser les mouvements oculaires, certaines machines disposent d'un système type *eye-tracker*. Ce dernier fonctionne avec deux faisceaux de lumières simultanées. Le premier réalise un quadrillage de l'aire maculaire en suivant les mouvements oculaires. En prenant pour référence la zone ainsi définie, le second est dirigé sur la zone désirée sans être affecté par les mouvements parasites.

Cet outil diminue grandement les artéfacts sur l'image et permet une très grande fiabilité dans la reproduction

des examens lors du suivi des patients comme la mesure des fibres optiques (RNFL) dans la pathologie glaucomateuse. Les machines ne disposant pas d'*eye-tracker* se basent sur un protocole moins précis de repérage et superposition des vaisseaux pouvant être manuel ou automatique.

Segmentation et cartographie rétinienne

L'augmentation de la vitesse de balayage de 400 à 50 000 (SD-OCT), voire 100 000 (OCT Swept Source – SS-OCT) A-scans/s, a permis des acquisitions en cube (trois dimensions) de 6 x 6 mm permettant une répartition homogène des points mesurés, évitant ainsi les extrapolations des cartographies maculaires des TD-OCT basées seulement sur six coupes radiales.

L'apparition de différents fabricants de SD-OCT a entraîné une variation des valeurs normales de l'épaisseur maculaire. En effet, si le repère de la rétine interne reste toujours la limitante interne, celui de la rétine externe, lui, varie dans différentes zones du complexe EP/membrane de Bruch selon qu'on utilise un TD-OCT ou un des différents SD-OCT disponibles !

La segmentation rétinienne qui consiste à repérer les différentes sous-couches de la rétine était déjà présente avec les TD-OCT dans l'analyse du RNFL. Profitant du gain en résolution, la segmentation des SD-OCT devient beaucoup plus précise et étendue aux autres couches de la rétine qui peuvent désormais faire l'objet d'une cartographie spécifique. Ainsi, la couche des cellules ganglionnaires, intéressantes dans la pathologie glaucomateuse, peut faire l'objet d'une cartographie propre (Cirrus, Zeiss ; DRI-OCT, Topcon) (figure 3). Les champs d'application de la segmentation sont en cours de développement avec récemment des études sur le mapping choroïdien associé à l'EDI...

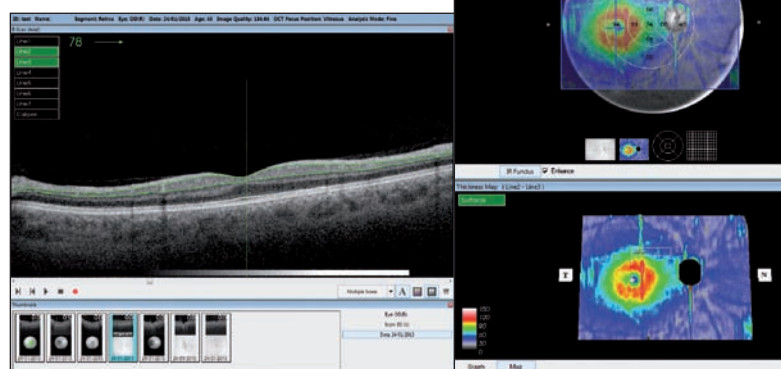


Figure 3. Cartographie de la couche des cellules ganglionnaires (DRI-OCT, Topcon).

SD-OCT et EDI

Avec une longueur d'onde proche des 800 nm, le signal réfléchi des couches situées sous l'EP, c'est-à-dire la choroïde et la sclère, est trop atténué et difficilement exploitable avec les SD-OCT classiques.

Profitant de l'*eye-tracker* et de la sommation d'images, le SD-OCT Spectralis (Heidelberg) permet une imagerie exploitable de la choroïde appelé mode EDI (*figure 4*). Une cartographie choroïdienne peut être réalisée manuellement.

Les premières études menées [2] retrouvent une épaisseur choroïdienne plus importante au niveau de la fovéa ($287 \pm 76 \mu\text{m}$) qui diminue rapidement en nasal ($145 \pm 57 \mu\text{m}$). Elle baisse avec l'âge de $15,6 \mu\text{m}$ par décennie. Chez le myope, la choroïde fovéolaire est plus fine [3] ($93,2 \pm 62 \mu\text{m}$). Son épaisseur diminue également avec l'âge de $12,7 \mu\text{m}$ par décennie, mais aussi avec l'importance de la myopie de $8,7 \mu\text{m}$ par dioptrie. Au niveau du nerf optique, l'EDI donne accès à la lame criblée, au positionnement de l'artère et de la veine centrale de la rétine au sein du nerf optique, à l'espace sous-arachnoïdien ou encore aux

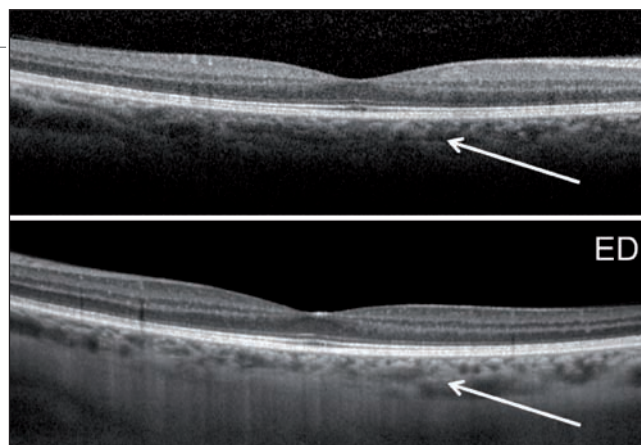


Figure 4. Coupe maculaire sans et avec EDI (Spectralis, Heidelberg).

artères ciliaires courtes postérieures [4].

D'autres SD-OCT (Cirrus 5000, Zeiss) proposent désormais l'EDI. Avec une longueur d'onde de 1 050 nm, les récents SS-OCT (DRI-OCT, Topcon) pénètrent dans les couches profondes et améliorent l'étude de la choroïde et de la sclère.

OCT Swept Source (DRI-OCT, Topcon)

Son principe est basé sur la capacité à faire varier très rapidement la longueur d'onde de la source laser, « *Swept Source OCT* », de 840 nm à 1 050 nm, permettant une meilleure pénétration à travers la rétine jusqu'à la choroïde et la sclère. Leur visualisation s'en trouve nettement améliorée par rapport aux SD-OCT classiques.

C'est également le plus rapide des SD-OCT avec une fréquence de 100 000 A-scans/s. Il propose une coupe en ligne ou radiale de 12 mm (< 9 mm pour les SD-OCT classiques) permettant une visualisation simultanée du nerf optique et de la macula.

La fonction *overlapping* est présente, tout comme la

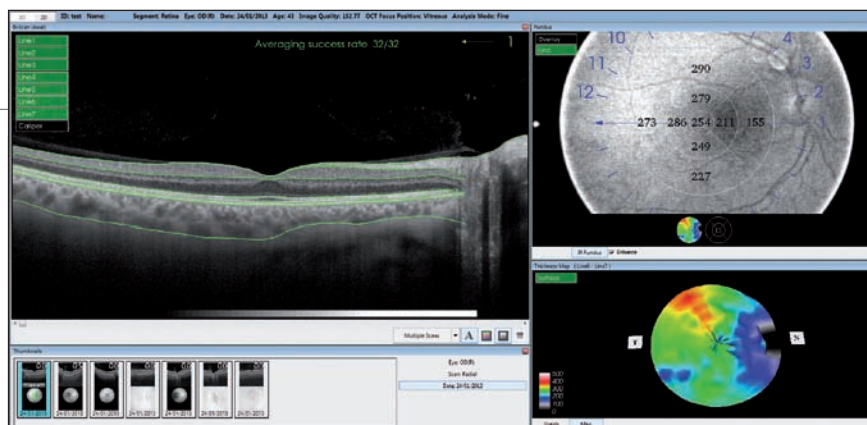


Figure 5. Cartographie de la choroïde en SS-OCT (DRI-OCT, Topcon).

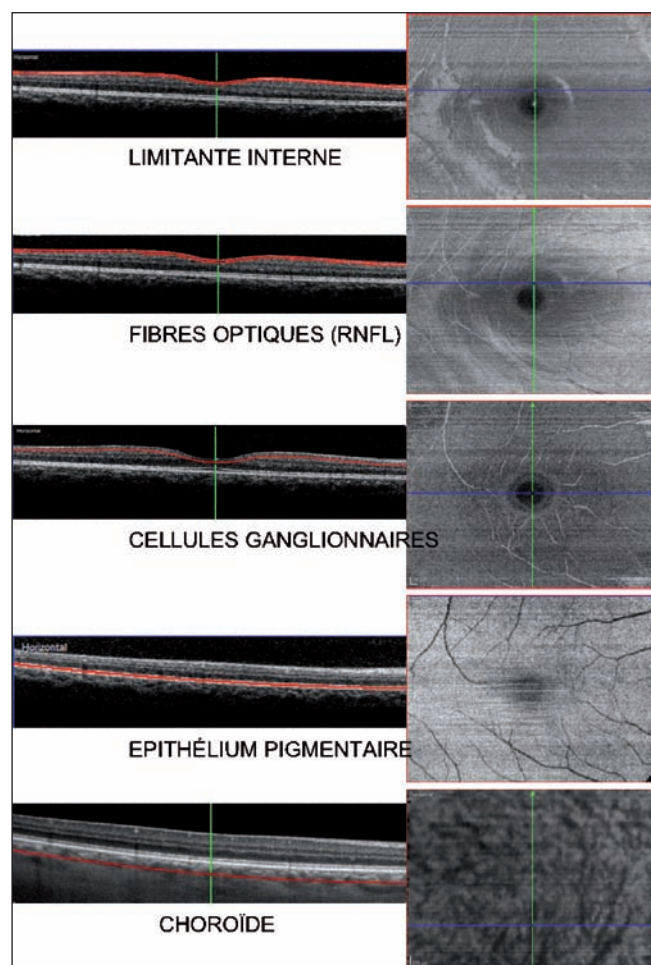
segmentation en sept couches rétinienne et choroïdiennes qui permet un *mapping* maculaire « à la carte » (*figure 5*).

OCT « en face » ou la 3D utile !

La grande nouveauté apparue avec le Spectral Domain est l'acquisition en trois dimensions, dite en cube. Celle-ci permet, en plus de l'analyse en 2D et l'imagerie en 3D, de profiter du plan coronale ou C-scan. C'est l'OCT « en face » (*figure 6*). Afin d'obtenir un C-scan interprétable, il est indispensable que la coupe obtenue suive la concavité naturelle rétinienne. Le cas échéant, l'image est « à cheval » sur différentes couches rétinienne. C'est la dif-

ficulté technique à apprivoiser pour rendre l'OCT « en face » exploitable.

Au niveau maculaire, les changements des rapports vitéo-rétiens sont mieux appréhendés, ainsi l'intégrité de la surface rétinienne ou ses déformations relatives aux tractions tangentielle sont nettement visibles [5]. Plus en profondeur, une nouvelle sémiologie des logettes d'œdème maculaire basée sur leurs topographies ou



leurs formes est décrite. Il en est de même pour les décollements de l'EP dont les caractéristiques en OCT « en face » peuvent varier selon l'étiologie [6].

Au niveau du nerf optique, l'OCT « en face » permet la parfaite visualisation des ports de lame criblée et ses modifications avec la pathologie glaucomateuse.

◀ **Figure 6.** OCT « en face » maculaire normale selon différentes couches rétiniennes.

Bibliographie

1. Reis AS, Sharpe GP, Yang H *et al.* Optic disc margin anatomy in patients with glaucoma and normal controls with spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2012;119(4):738-47.
2. Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol*. 2009;147(5):811-5.
3. Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R *et al.* Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol*. 2009;148(3):445-50.
4. Park SC, De Moraes CG, Teng CC *et al.* Enhanced depth imaging optical coherence tomography of deep optic nerve complex structures in glaucoma. *Ophthalmology*. 2012;119(1):3-9.
5. Rispoli M, Le Rouic JF, Lesnoni G *et al.* Retinal surface en face optical coherence tomography: a new imaging approach in epiretinal membrane surgery. *Retina*. 2012;32(10):2070-6.
6. Lumbroso B, Savastano MC, Rispoli M *et al.* Morphologic differences, according to etiology in pigment epithelial detachments by means of en face optical coherence tomography. *Retina*. 2011;31(3):553-8.



L'OCT du segment postérieur dans les pathologies médicales

Jennyfer Zerbib

L'OCT est devenu un examen très utilisé et d'une aide incontournable dans le diagnostic et le suivi de pathologies médicales rétiniennes. À travers quelques cas cliniques, nous allons analyser la sémiologie en OCT de diverses pathologies.

L'OCT dans la DMLA

L'OCT est d'une aide très utile à la fois pour le diagnostic du type de néovaisseaux en confrontation avec les examens angiographiques et l'évaluation de l'importance de l'exsudation intrarétinienne.

Il est ensuite très utile dans le suivi car il permet le diagnostic, même très précocement, d'une récurrence néovasculaire et donc de poser rapidement des indications de retraitement. L'atteinte du deuxième œil peut être également dépistée avant des signes fonctionnels dans le cadre d'une surveillance régulière.

Dans les néovaisseaux de type 1

Les néovaisseaux de type occultes ou sous-épithéliaux, parfois difficilement identifiés en angiographie à la fluoresceine, seront bien identifiés en OCT. En plus des signes exsudatifs à type de décollement séreux rétinien (DSR) ou logettes cystoïdes qui pourront être mis en évidence, les néovaisseaux sous-épithéliaux s'accompagnent toujours d'un décollement de l'épithélium pigmentaire (DEP) (figures 1 et 2). Celui-ci peut être important (figure 1b) ou plus modeste (figure 2).

Sur la figure 1a, la coupe passe au niveau de la plage de néovaisseaux occultes. On

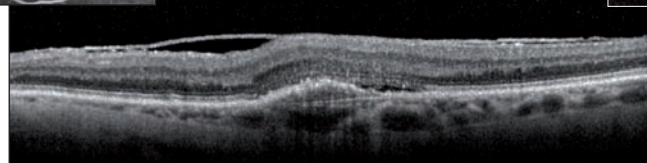
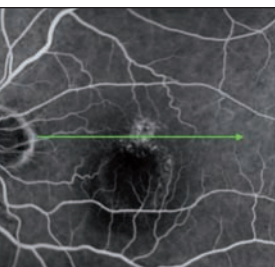


Figure 1a. Néovaisseaux de type 1. Coupe au niveau de la plage de néovaisseaux occultes. Présence d'un DEP et d'un DSR.

visualise un petit DEP associé à une fine lame de DSR et des points hyperréfectifs intrarétiniens. Sur la figure 1b, la coupe passe au niveau du DEP qui accompagne le bouquet de néovaisseaux.

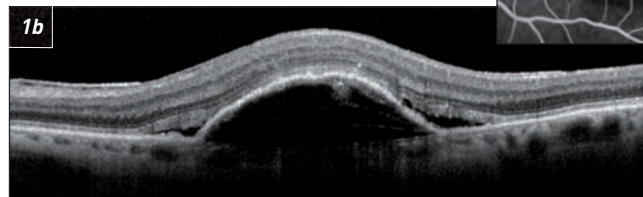
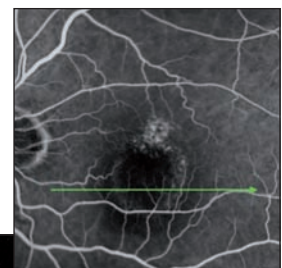
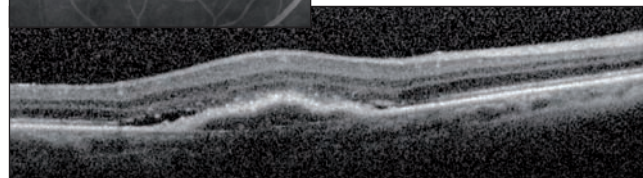


Figure 1b. Néovaisseaux de type 1. Coupe au niveau de l'important décollement de l'épithélium pigmentaire qui accompagne le bouquet de néovaisseaux.



Figure 2. Néovaisseaux de type 1. Visualisation d'un petit décollement de l'épithélium pigmentaire associé à un décollement séreux rétinien.



Les néovaisseaux de type 2 sont traités ultérieurement (voir *Complication du 2^e œil*).

Dans les néovaisseaux de type 3

Différents signes en OCT peuvent être retrouvés dans le cas des anastomoses chorioretiniennes. Il a été décrit trois stades évolutifs : le "erosion sign", le "flap sign" et le "kissing sign" [1]. Sur la coupe OCT de la figure 3, on observe le DEP avec effraction de l'épithélium pigmentaire (EP). Il existe de discrets signes exsudatifs intrarétiniens, la présence de points hyperreflectifs intrarétiniens et un discret épaissement rétinien.

Service du Pr Eric H. Souied, Hôpital intercommunal, Créteil.



Figure 3. Coupe OCT d'une anastomose chorioretinienne.

Dans la vasculopathie polypoïdale

Sur la coupe OCT de la *figure 4*, on peut observer un certain nombre d'anomalies caractéristiques de la vasculopathie polypoïdale. Tout d'abord, il existe un DEP associé à une réaction exsudative importante. Nous notons la présence de logettes cystoïdes associées à un DSR. Des exsudats sont visibles sous la forme d'hyperréflexivités intrarétiniennes en nasal et temporal de la coupe. La présence d'exsudats et la localisation extrafovéale des lésions est évocatrice d'une vasculopathie polypoïdale. De plus, la visualisation directe du polype en SD-OCT est possible et apparaît sous la forme d'une image ovale de réflectivité moyenne en arrière de l'EP et soulevant celui-ci avec des bords abruptes (flèche blanche). L'identification d'une vasculopathie polypoïdale pourra permettre de poser l'indication d'un traitement combiné si nécessaire.

Utilisation de l'OCT dans le suivi

La mise en évidence d'une récurrence néovasculaire avec l'apparition d'un DSR ou de logettes cystoïdes permettra de poser des indications de retraitement.

La *figure 5* montre la majoration d'un DSR au cours du suivi.

Sur la *figure 6* apparaît une disparition des logettes cystoïdes après traitement. À noter de plus l'amincissement des couches rétinienne en rétrofovéolaire, associé à une disparition de la ligne de jonction des articles internes et ellipsoïdes des photorécepteurs et de l'EP. En conséquence, il existe une hyperreflectivité postérieure à cet amincissement des couches rétinienne et de l'EP. Dans le cas présenté, il s'agissait d'un patient avec une DMLA atrophique compliquée de néovaisseaux.

Complication du deuxième œil

La *figure 7* montre l'OCT d'une patiente qui avait été traitée par trois injections intravitréennes de Lucentis® pour une néovascularisation choroïdienne de type 2 à l'œil droit. À un mois de la 3^e injection, les signes exsudatifs avaient complètement disparus. Mais l'OCT de l'œil adelphe a permis de dépister une atteinte chez cette patiente asymptomatique avec une acuité visuelle à 10/10 P2.

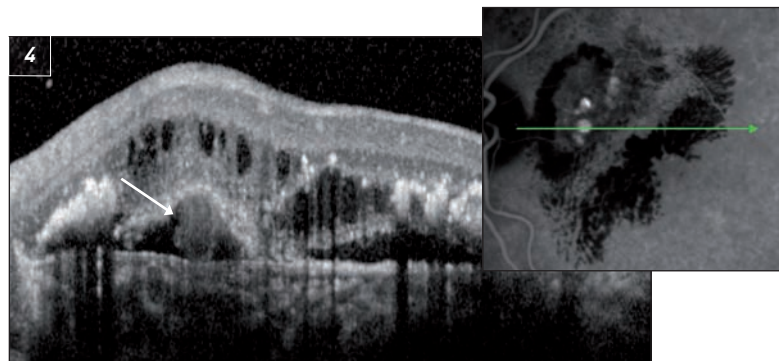


Figure 4. Coupe OCT dans le cadre d'une vasculopathie polypoïdale.

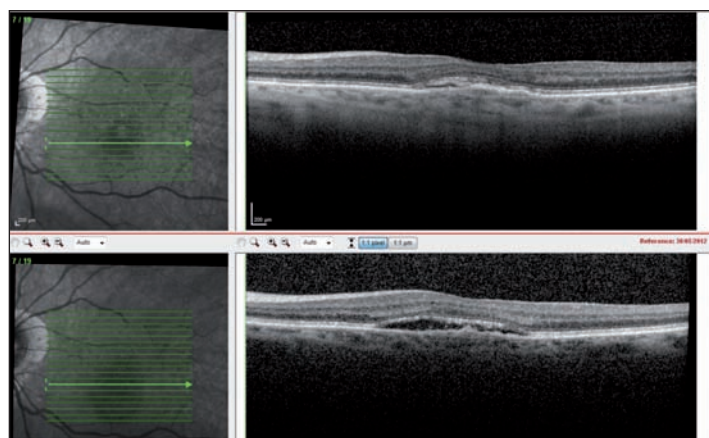


Figure 5. L'OCT montre une majoration d'un DSR au cours du suivi chez un patient avec une DMLA exsudative.

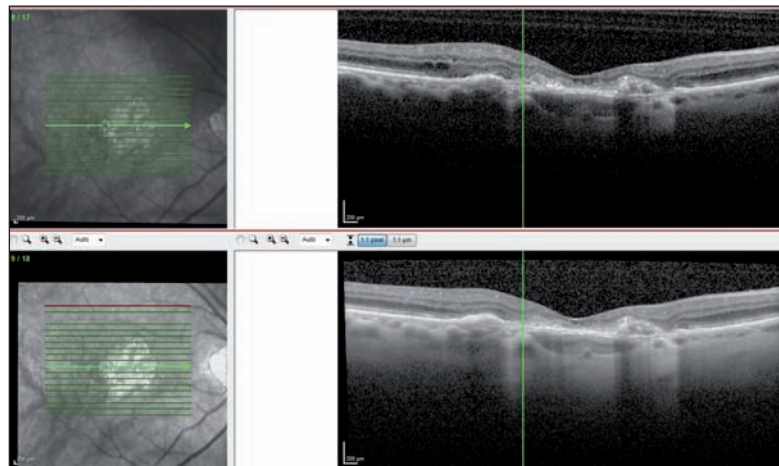


Figure 6. L'OCT montre une disparition des logettes cystoïdes après traitement chez un patient avec DMLA exsudative.

L'OCT révèle une hyperréflexivité sous-rétinienne en avant de l'EP, avec un épaississement rétinien en regard. En temporal de la lésion, il existe un minime DSR. Ces images sont évocatrices d'une néovascularisation de type 2 ou pré-épithéliale. Cependant, il faut noter que les signes exsudatifs en OCT des néovaisseaux de type pré-épithélial peuvent être modestes et même passer inaperçus alors qu'une diffusion patente du colorant existe en angiographie. Ainsi l'angiographie à la fluoresceine reste nécessaire dans le suivi, couplée à l'OCT.

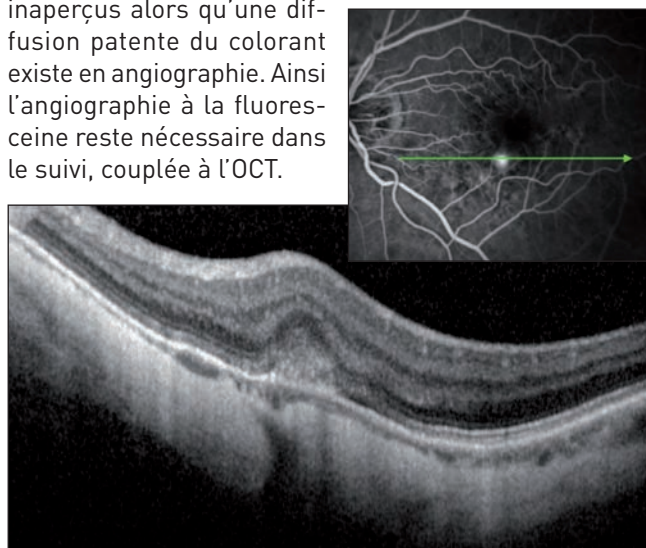


Figure 7. L'OCT montre un début de néovascularisation de type 2.

Diagnosics différentiels difficiles avec la DMLA

De nombreuses maculopathies posent un problème de diagnostic différentiel avec la DMLA en raison de certaines similitudes cliniques ou de l'âge de l'apparition de la maladie. Ces formes frontières se présentent comme un continuum entre leur forme clinique typique à la phase d'état et la DMLA. L'analyse de l'angiographie, de l'OCT, de l'âge de survenue et du contexte permettent souvent d'orienter le diagnostic.

Dystrophie pseudovitelliforme

La dystrophie pseudovitelliforme présente plusieurs signes cliniques en OCT. L'EP peut présenter de petits épaississements focaux (*bumps*), ainsi que de discrètes élévations. Le matériel vitelliforme apparaît hyperréflexif avec un aspect de dôme. Le matériel peut aussi apparaître hyporéflexif, donnant un aspect de DSR. La ligne de jonction des photorécepteurs est le plus souvent conservée, mais des altérations peuvent être observées. Enfin, de fines hyperréflexivités intrarétiniennes peuvent être présentes [2].

C'est surtout à la phase de fragmentation du matériel

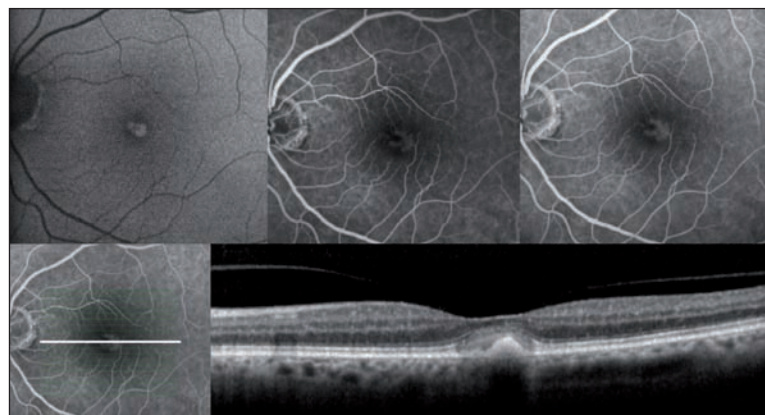


Figure 8. Autofluorescence. Séquence angiographique et OCT d'une dystrophie pseudovitelliforme.

que se pose le problème du diagnostic différentiel avec des néovaisseaux occultes. En effet, à ce stade, la dystrophie présente en OCT un fin DEP associé à un DSR, mimant ainsi des néovaisseaux occultes. Une complication néovasculaire choroïdienne peut néanmoins apparaître à tous les stades de l'évolution de la dystrophie pseudovitelliforme de l'adulte.

Sur la figure 8, on visualise sur la coupe OCT un aspect de dédoublement de l'EP correspondant à la présence du matériel, lequel est ici hyperréflexif, associé à un épaississement de l'EP. La ligne de jonction des photorécepteurs est altérée, difficilement individualisable en regard de l'accumulation de matériel.

Choriorétinite séreuse centrale

La choriorétinite séreuse centrale (CRSC) présente plusieurs signes cliniques en OCT. Tout d'abord, une épaisseur choroïdienne augmentée est bien souvent observée. La présence de DEP séreux hyporéflexifs et des DSR sont souvent mis en évidence. Le point de fuite peut montrer une image de petit soulèvement de l'EP à son niveau. Dans les formes anciennes, l'OCT peut montrer des signes atrophiques avec amincissement de la rétine neurosensorielle et des altérations de la ligne de jonction des photorécepteurs. Dans le suivi, l'OCT apporte des informations intéressantes pour quantifier l'évolution du DSR spontanément ou après traitement.

Il peut exister dans certains cas des difficultés diagnostiques avec certaines formes de néovascularisation sous-épithéliale. De plus, la néovascularisation choroïdienne est une complication possible des CRSC chroniques [3]. L'OCT associé aux examens d'imagerie, en particulier angiographiques, pourra alors orienter vers l'une ou l'autre des étiologies.

Œdème maculaire

L'OCT est un outil d'une grande valeur pour le diagnostic de l'œdème maculaire cystoïde pouvant compliquer un diabète ou une occlusion veineuse rétinienne, sa quantification et le suivi des patients sous traitement. Il a de plus une valeur pronostique dans les occlusions veineuses centrales de la rétine, car il a été montré que des épaisseurs élevées en OCT ($> 900 \mu\text{m}$) étaient fortement corrélées aux formes ischémiques d'occlusions veineuses [4].

Nous visualisons sur la *figure 9* la présence de logettes cystoïdes hyporéfléctives associées à un épaissement rétinien chiffré à $548 \mu\text{m}$.

Conclusions

Depuis ces dernières années, de nouvelles approches ont révolutionné l'imagerie rétinienne.

Le passage de l'OCT Time Domain à l'OCT Spectral Domain correspond à un saut qualitatif certain ; la définition des coupes s'est améliorée avec une précision qui semble se rapprocher de plus en plus de l'histologie.

De nombreuses autres applications de l'OCT dans les pathologies rétinienne médicales existent comme le diagnostic suivi des dystrophies rétinienne héréditaires

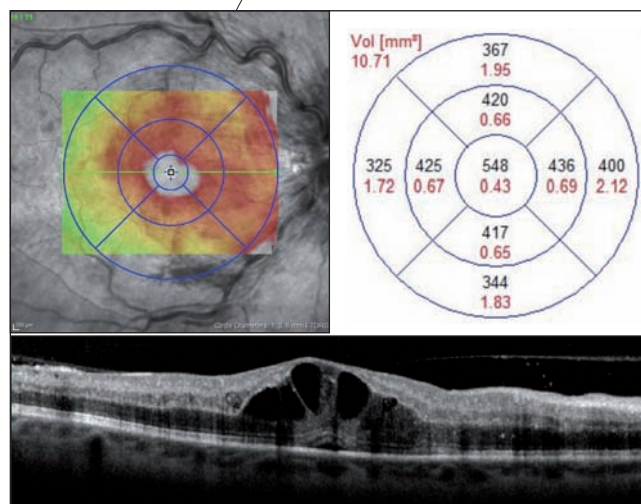


Figure 9. OCT dans le cadre d'une occlusion veineuse. Visualisation d'un œdème maculaire.

ou le suivi de maladies inflammatoires rétinienne.

Le couplage de l'OCT aux techniques d'imagerie plus classiques comme l'angiographie à la fluorescéine ou au vert d'indocyanine et les clichés en autofluorescence permet de colocaliser des lésions sur les coupes en OCT et les différents clichés du fond d'œil. Il n'en reste pas moins que c'est la confrontation de tous ces examens qui permet de poser le diagnostic le plus précis possible.

Références

1. Querques G, Avellis FO, Querques L *et al.* Three dimensional spectral domain optical coherence tomography features of retinal-choroidal anastomosis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2012; 250(2):165-73.
2. Puche N, Querques G, Benhamou N *et al.* High-resolution spectral domain optical coherence tomography features in adult onset foveomacular vitelliform dystrophy. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(9): 1190-6.
3. Fung AT, Yannuzzi LA, Bailey Freund K. Type 1 (sub-retinal pigment epithelial) neovascularization in central serous chorioretinopathy masquerading as neovascular age-related macular degeneration. *Retina.* 2012;32(9):1829-37.
4. Martinet V, Guigui B, Glacet-Bernard A *et al.* Macular edema in central retinal vein occlusion: correlation between optical coherence tomography, angiography and visual acuity. *Int Ophthalmol.* 2012;32(4):369-77.



OCT du segment postérieur dans les pathologies chirurgicales

Vincent Gualino¹, Benjamin Wolff²

L'amélioration de la définition des OCT, notamment avec la technologie Spectral Domain, permet de segmenter facilement les différentes couches rétinienne, de la membrane limitante interne à la membrane de Bruch. De plus, l'imagerie en trois dimensions (3D), en plein essor, apporte des informations complémentaires, ce qui nous permet d'affiner le diagnostic étiologique et d'avoir un suivi plus précis de l'anatomie rétinienne. Cet article présente l'apport de l'OCT pour la prise en charge des pathologies maculaires les plus fréquentes.

L'OCT dans les membranes épiréiniennes et les syndromes de traction vitréo-maculaire

L'augmentation de la définition permet de visualiser les membranes épiréiniennes infracliniques

On peut ainsi visualiser les membranes épiréiniennes (MER) même lorsqu'elles sont très fines, ce qui permet de les trouver plus fréquemment. La plupart du temps, ces fines MER ne modifient pas l'anatomie fovéolaire et sont asymptomatiques. Elles ne requièrent donc pas de prise en charge chirurgicale.

Les signes qui peuvent expliquer une baisse visuelle en rapport avec une MER (figures 1 et 2) sont représentés par :

- la perte de la dépression fovéolaire,
- l'augmentation de l'épaisseur rétinienne,
- la déstructuration des couches rétinienne,
- une altération de la couche des photorécepteurs,
- et des contractions de la MER à la surface de la rétine visualisées sur l'OCT en face.

L'intérêt d'une reconstruction 3D est surtout perçep-

Figure 2. ►

Syndrome de traction vitréo-rétinien avec MER épaisse et contractile.
La récupération visuelle postopératoire est médiocre (< 1/10)
mais les métamorphopsies ont nettement diminué.

1. Clinique Honoré-Cave, Montauban ; CHU Paule de Viguier, Toulouse ; Hôpital Lariboisière, Paris.
2. Fondation Rothschild, Paris ; Centre d'exploration de la rétine Kleber, Lyon.

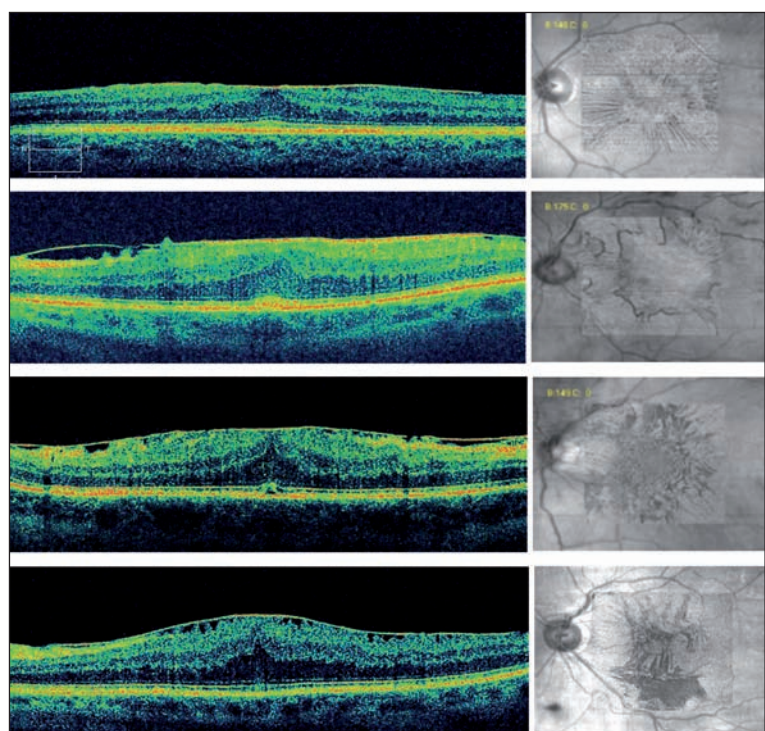
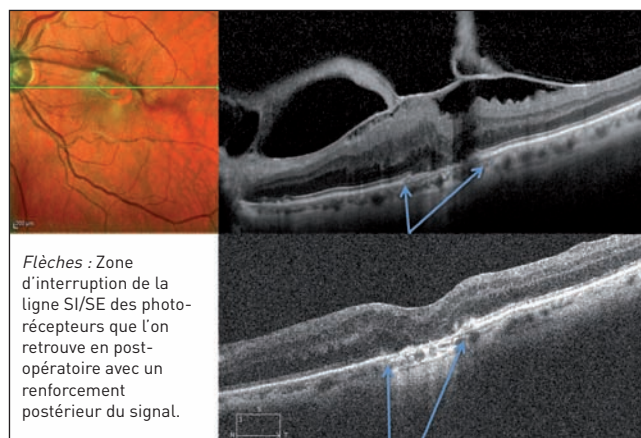


Figure 1. Différents degrés de MER avec l'image OCT en face correspondante. (Images : Hôpital Lariboisière)



Flèches : Zone d'interruption de la ligne SI/SE des photorécepteurs que l'on retrouve en post-opératoire avec un renforcement postérieur du signal.

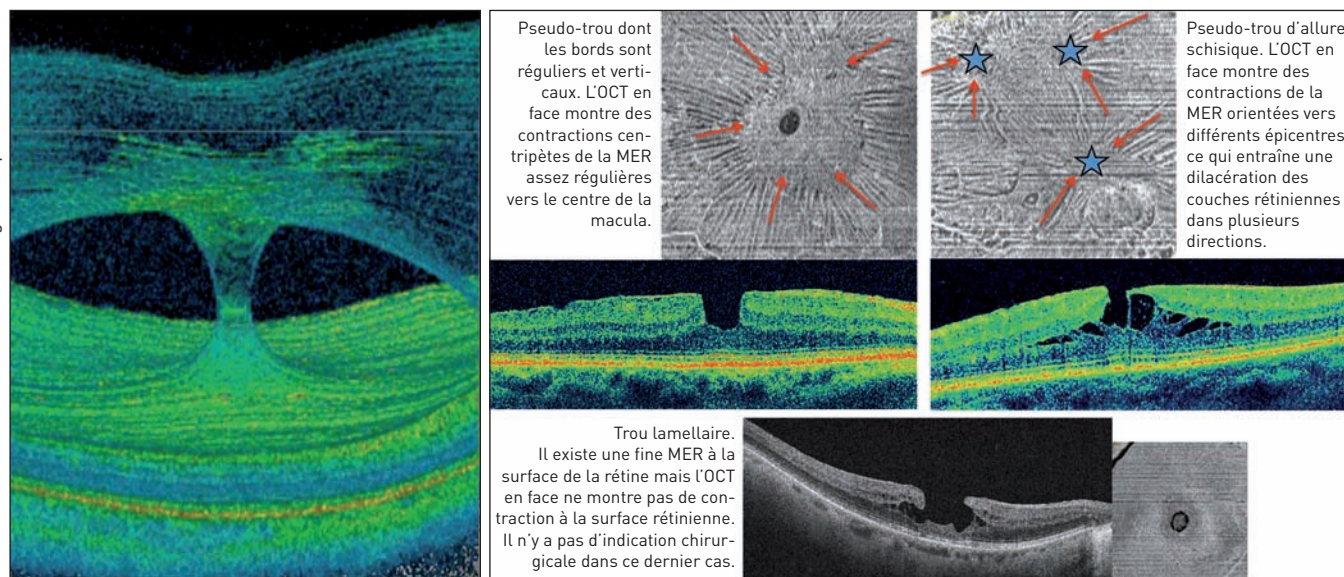


Figure 3. Image 3D d'un syndrome de traction vitréo-rétinien.

Figure 4.

tible dans les pathologies vitréo-rétiniennes tractionnelles en montrant les rapports entre le vitré et la rétine. Elle offre aussi un support pour expliquer la chirurgie et informer le patient. Cet outil reste cependant peu utilisé pour faire le diagnostic (*figure 3*).

L'OCT en face différencie les pseudo-trous maculaires des trous lamellaires (*figure 4*)

En préopératoire, l'OCT en face visualise bien les contractions qu'exerce la membrane à la surface de la rétine. Ces contractions peuvent être centripètes entraînant un pseudo-trou maculaire avec des bords verticaux réguliers. Elles peuvent aussi être en rapport avec plusieurs épicentres entraînant un étirement de la fovéa. Dans ces deux cas, la chirurgie permet une amélioration fonctionnelle et anatomique [1].

Ces situations sont à différencier d'un trou lamellaire qui est la résultante d'un arrachement des couches internes de la fovéa dans les suites d'un décollement postérieur de la hyaloïde. L'OCT en face confirmera l'absence de contractions à la surface de la rétine. Il n'y a pas d'indication opératoire dans les trous lamellaires car elle n'apporterait pas d'amélioration.

L'OCT dans les trous maculaires

L'OCT permet dans un premier temps de faire facilement le diagnostic de trou maculaire. Il est important de réaliser une cartographie maculaire (ou *mapping*) avec de multiples coupes resserrées pour bien évaluer le stade du trou (*figure 5*).

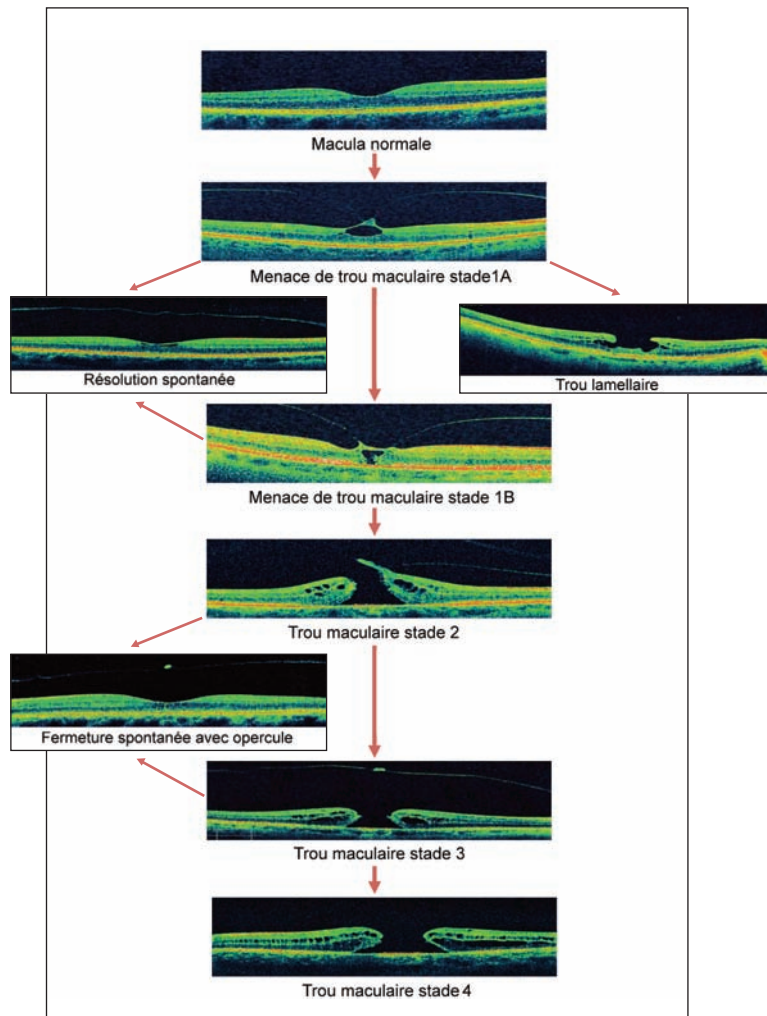


Figure 5. Les différents stades des trous maculaires dont la physiopathologie est étroitement liée au décollement postérieur du vitré.

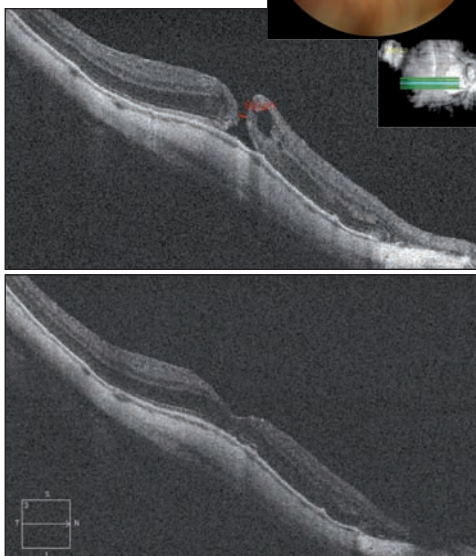
La mesure de la largeur du trou maculaire se fait au « collet » sur la coupe où l'ouverture est maximale. Les trous de petite taille (< 150 microns) peuvent se fermer spontanément et un contrôle à un et deux mois peut être proposé avant de réaliser une chirurgie (figure 6).

Les trous de moins de 400 microns ne nécessitent pas systématiquement de pelage de la membrane limitante interne et le positionnement postopératoire « face vers le sol » recommandé pourrait être évité [3].



Figure 6.

Trou maculaire stade 3 de petite taille (89 microns) chez un myope fort. Pas d'indication chirurgicale immédiate, surveillance. Le contrôle à un mois montre une fermeture complète du trou avec de nouveau un bon profil fovéolaire.



L'OCT en face visualise facilement les modifications entraînées par un pelage de la membrane limitante interne

Le pelage de la limitante interne est fréquemment réalisé durant les chirurgies maculaires. Il est cependant suspecté de ne pas être anodin pour la fonction visuelle, notamment en entraînant des microscotomes postopératoires [2]. L'OCT en face permet de visualiser de petits defects (ou DONFL), au niveau des fibres optiques, qui sont consécutifs à ce pelage (figure 7).

L'OCT dans le fovéoschisis du myope fort

Devant une baisse visuelle inexpliquée chez un myope fort (fond d'œil et angiographie rétinienne normaux), l'OCT devra toujours être réalisée pour rechercher un schisis du myope fort. La dissociation des couches rétinienne est due aux tractions opposées qui sont exercées sur la rétine du fait de l'allongement du globe oculaire, d'une part, et par la présence d'anomalies de l'interface vitréo-rétinienne, d'autre part.

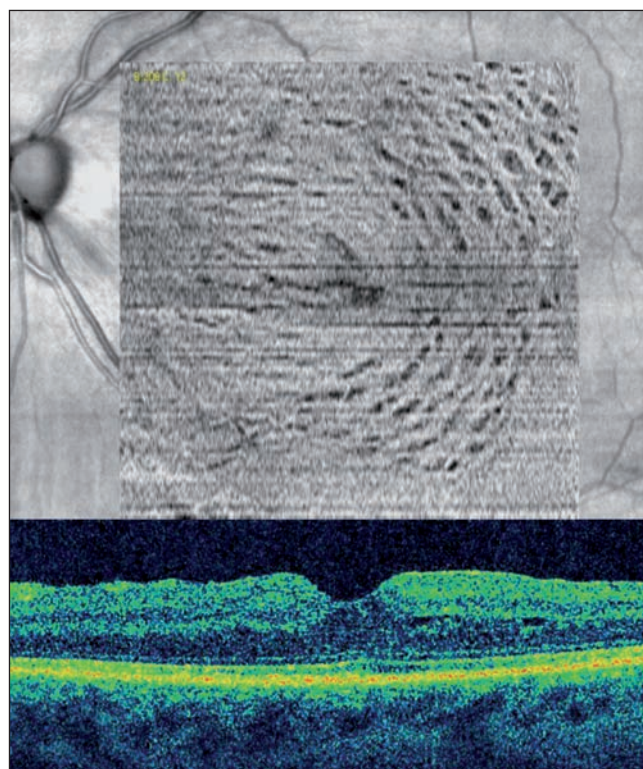


Figure 7. Résultat postopératoire d'un pseudo-trou opéré avec pelage de la limitante interne. On visualise les DONFL sur l'OCT en face comme des zones hyporéfectives sombres, en grain de riz, disposées longitudinalement aux fibres optiques.

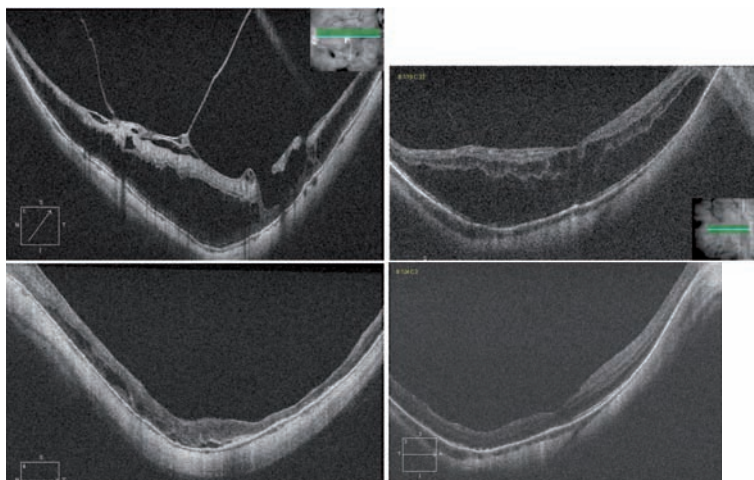


Figure 8. Deux formes de rétinoschisis à l'OCT : on visualise une distension des différentes couches de la rétine. En-dessous le résultat postopératoire.

Il n'y a pas de corrélation précise entre les anomalies observées sur l'OCT et la baisse d'acuité visuelle. L'indication chirurgicale sera donc retenue après avoir confronté l'iconographie à la symptomatologie fonctionnelle et son évolutivité (figure 8).

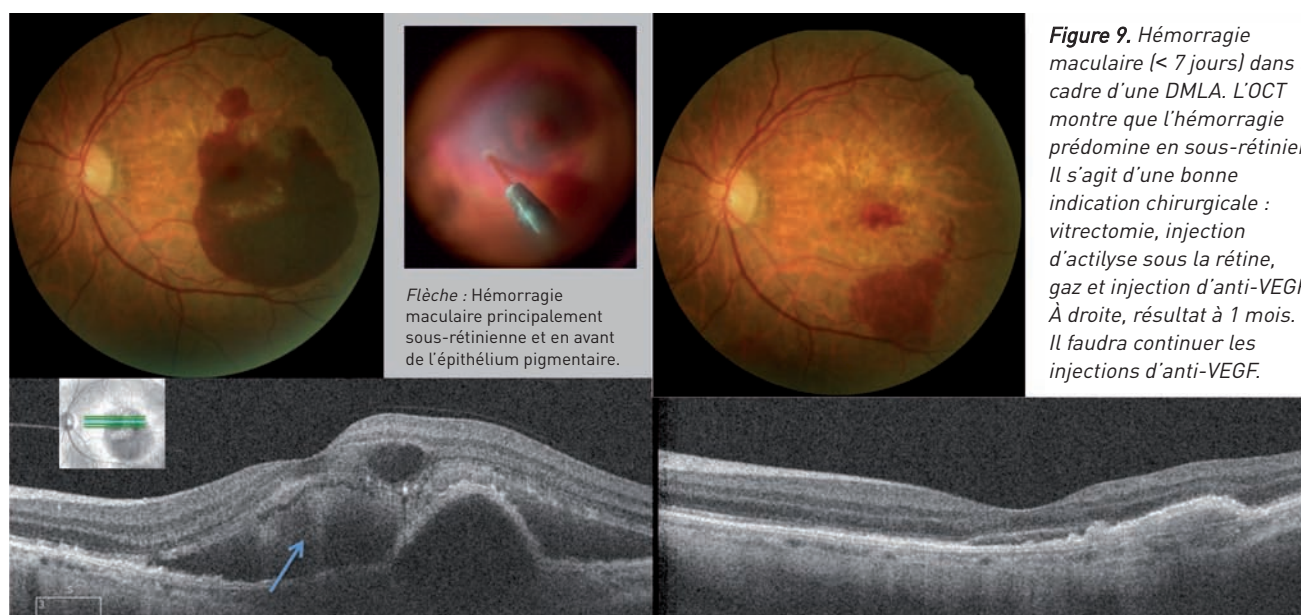


Figure 9. Hémorragie maculaire (< 7 jours) dans le cadre d'une DMLA. L'OCT montre que l'hémorragie prédomine en sous-rétinien. Il s'agit d'une bonne indication chirurgicale : vitrectomie, injection d'actilyse sous la rétine, gaz et injection d'anti-VEGF. À droite, résultat à 1 mois. Il faudra continuer les injections d'anti-VEGF.

L'OCT pour porter une bonne indication chirurgicale d'un hématome maculaire

Un hématome maculaire peut compliquer une DMLA et entraîner une baisse d'acuité visuelle avec un scotome central important. Si cette hémorragie est récente (< 15 jours), elle peut bénéficier d'une chirurgie qui aura pour but de déplacer l'hématome en rétine inférieure. L'OCT va chercher à localiser l'hématome par rapport à l'épithélium pigmentaire. Un hématome principalement sous-

rétinien (et non sous l'épithélium pigmentaire) représentera une bonne indication opératoire (figure 9).

Bibliographie

1. Gaudric A, Aloulou Y, Tadayoni R, Massin P. Macular pseudoholes with lamellar cleavage of their edge remain pseudoholes. *Am J Ophthalmol*. 2013 Jan 9. [Epub ahead of print].
2. Tadayoni R, Svorenova I, Erginay A *et al*. Decreased retinal sensitivity after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(12):1513-6.
3. Tadayoni R, Vicaut E, Devin F *et al*. A randomized controlled trial of alleviated positioning after small macular hole surgery. *Ophthalmology*. 2011;118(1):150-5.



OCT : le comparatif

Maté Strehö

L'incroyable essor de l'OCT a été rendu possible par le développement des appareils sur le plan technique, ergonomique et par la rapidité des examens (voir l'article du Dr Haouchine, p.37). Il s'agit d'un véritable prolongement de l'examen clinique qui trouve sa place dans pratiquement toutes les pathologies du segment antérieur et postérieur (voir les articles sur le segment antérieur et postérieur pathologique p. 44, 58 et 62). Ces appareils ont imposé une nouvelle sémiologie (voir les articles sur le segment antérieur et postérieur normal p. 41 et 52).

Ce comparatif a pour objectif de présenter dans un même article pratiquement tous les appareils actuellement disponibles sur le marché. Pour en limiter le nombre, déjà conséquent, ont été exclus les appareils d'OCT uniquement dédiés au segment antérieur (OCT Visante de Carl Zeiss Meditec et le Casia SS-1000 de Tomey). Pour la réalisation de cet article, tous les fabricants (ou distributeurs*) ont été sollicités pour obtenir les données techniques de l'appareil (nombre de coupes, résolution, longueur d'onde...), un exemple d'image réalisée avec lui, ses avantages et son prix quand cela a été possible. Cependant, cet article n'a pas la prétention d'être exhaustif et son objectif est purement informatif. Les données doivent être interprétées avec précaution et discernement. Les appareils sont présentés par ordre alphabétique de constructeur.

* Luneau n'ayant pas donné suite aux sollicitations, les données sont basées sur le site Internet du fabricant et distributeur.

Pour bien choisir son appareil, il convient de se poser les questions suivantes :

1. Dans quelles indications vais-je principalement utiliser l'appareil (segment antérieur, postérieur, médical, chirurgical, glaucome, général, publications...) ?
2. De quelle place puis-je disposer pour l'installer dans mon cabinet (salle, table tournante...) ?
3. Comment vais-je gérer les données de l'appareil (lecture, archivage, sauvegarde) ?
4. Est-ce que je vais réaliser les examens moi-même ?
5. Est-ce que je peux le coupler à un autre appareil (rétinographe, angiographie, micropérimétrie...) ?
6. De quel budget puis-je disposer ?

L'auteur déclare ne pas avoir de conflit d'intérêt concernant les données de l'article.

Centre d'exploration de la vision, Rueil-Malmaison -
Hôpital Lariboisière, Paris.

Canon (distribué par Haag-Streit)

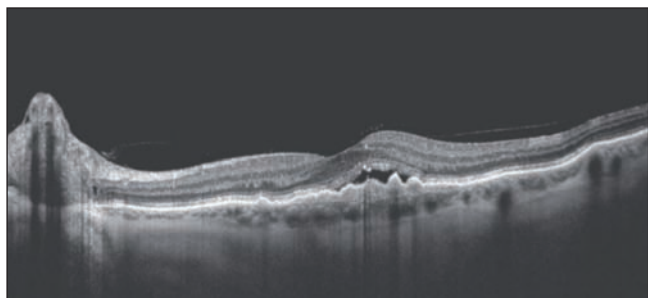
Canon OCT HS-100

Données techniques

Cet OCT possède une vitesse d'acquisition de 70 000 A-scans/s. Il permet l'analyse et le suivi des dix couches de la rétine dont la membrane de Bruch. La résolution optique est de 3 μ m. Le scan est de 10 x 10 mm en 128 coupes à 3 μ m (en moins de 1,8 s) sans extrapolation. Il possède un tracking 3D Full Auto. Il permet de faire du moyennage 5, 10, 20 ou 50 coupes (en moins d'une seconde). Le fond d'œil SLO est de 40 x 33 degrés.



Exemple d'image



Avantages

Cet appareil a l'avantage d'avoir un système automatisé associant autofocus et autoréférence facilitant la réalisation de l'examen. Il permet, par l'acquisition d'un cube de 1024 x 128 (en 1,8 s), de revoir les coupes dans un second temps. L'analyse des cellules ganglionnaires se fait sur 10 x 10 mm permettant un probable dépistage plus précoce. Il possède un système de segmentation en dix couches en mode en face. Après importation d'images couleur (rétinographie) ou noir et blanc (angiographie), il est possible de réaliser un recalage automatique sur les coupes OCT. Cet appareil est non mydriatique.

Prix : inférieur à 79 000 euros TTC.

Canon Optopol (distribué par Haag-Streit)



OCT Canon Copernicus HR

Données techniques

La source lumineuse est une diode supraluminescente (SLD) de 850 nm de longueur d'onde. La vitesse de balayage est de 52 000 A-scans/s avec une résolution de 3 µm (axiale) et 12-18 µm (transverse). L'appareil comprend un module segment antérieur, rétine et papillaire.

Avantages

OCT Canon Copernicus Plus (même boîtier que le HR).

Véritable OCT haute résolution (définie par une résolution axiale ≤ 3 µm). Le module segment antérieur permet de réaliser, entre autres, une cartographie pachymétrique, la mesure de l'épaisseur de l'épithélium cornéen et une analyse de l'angle. L'appareil possède un système de reconnaissance des vaisseaux rétinien pour une meilleure fiabilité et reproductibilité. Il existe un mode chorio-rétinien et vitréo-rétinien pour mieux analyser les différentes structures.

Prix : inférieur à 58 000 euros TTC.

OCT Canon Copernicus Plus

Données techniques

Il s'agit du « petit frère » de la gamme Canon Copernicus avec un OCT Spectral Domain d'une vitesse de balayage de 27 000 A-scans/s avec une résolution axiale de 5 µm et une largeur des coupes B-scans de 10 mm. Le diamètre pupillaire minimal pour l'examen est de 3 mm.

Avantages

L'appareil peut être équipé d'un module de segment antérieur. Il dispose d'une fonction unique DDLs (*Disk Damage Likelihood Scale*) qui classe l'excavation de la papille (et son décentrement) avec des grades de 1 à 10 définis par le Dr George L. Spaeth (New York, USA). C'est aussi un appareil évolutif grâce à ses nombreux paramètres ajustables et à son PC externe. Il est équipé d'une fonction d'import pour des rétino-graphies ou des angiographies réalisées sur d'autres appareils du cabinet en réseau.

Prix : inférieur à 45 000 euros TTC.

Heidelberg (distribué par Sanotek)

Spectralis

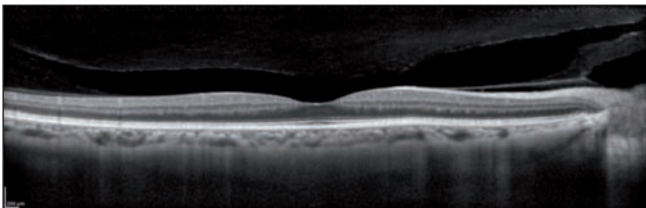
Données techniques

L'appareil OCT possède une source lumineuse de type laser à diode de longueur d'onde de 820 nm. La vitesse d'acquisition est de 40 000 A-scans/s avec une résolution optique de 7 µm en axial et 14 µm en latéral. La résolution numérique est de 3,9 µm en axial et 11 µm en latéral en mode grande vitesse (*High Speed Mode*) et de 3,9 µm en axial et 6 µm en latéral en mode haute résolution (*High Resolution Mode*). La profondeur de scan est de 1,9 mm.

La plage de réglage va de -12 à +12 dioptries sphériques. L'optique confocale permet un examen non mydriatique, sans éblouissement. L'appareil possède un système d'eye-tracking actif permettant, lors du suivi, un recalage des points de manière précise. Le système *Auto-Rescan* basé sur l'eye-tracking permet de reprendre les mêmes coupes d'un examen à l'autre.



Exemple d'image



Avantages

La gamme Spectralis comporte l'OCT seul ou l'OCT plus avec le système « Multicolor » et grand champ. L'OCT peut être couplé à un angiographe HRA (fluorescéine et ICG) permettant ainsi une imagerie multimodale. L'appareil peut être équipé d'un module cornéen et possède le système EDI pour l'analyse de la choroïde.

Prix : à partir de 70 000 euros TTC.

Nidek

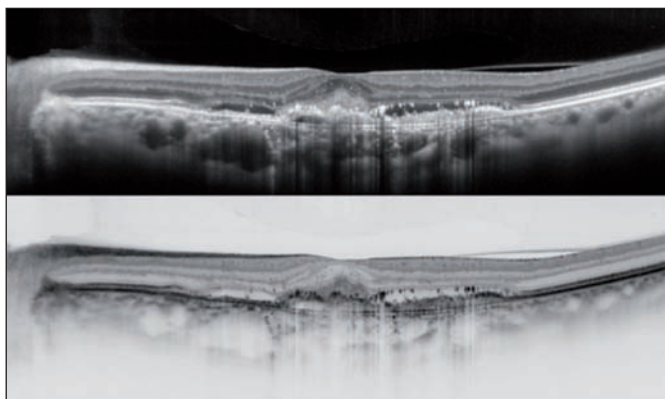
OCT RS-3000

Données techniques



Cet OCT possède une vitesse d'acquisition de 53 000 A-scans/s avec une résolution optique de 7 μ m en axial et 20 μ m en transverse et numérique de 4 μ m en profondeur et 3 μ m en transverse. La longueur d'émission est de 880 nm. La durée d'acquisition d'un cube 3D est de 1,6 s (en mode « Regular »). Il possède un système de tracking HD avec *Autotracking* et *Autoshot*. Le diamètre pupillaire minimal est de 2,5 mm. La segmentation est de 6 + 1 couches.

Exemple d'image



Avantages

L'appareil possède une image SLO confocale de 40 x 30 degrés. Parmi les modules, il existe une carte de l'épaisseur du FNR, des CG (NF+GCL+IPL), une analyse du nerf optique avec module de suivi.

Prix : non communiqué.

Optos (distribué par Luneau)

OCT-SLO

Données techniques

La source lumineuse est une diode superluminescente (SLD) d'une longueur d'onde de 830 nm. La résolution axiale est inférieure à 6 μ m et la transverse égale à 20 μ m.

Avantages

Cet appareil associe un OCT Spectral Domain et un ophtalmoscope confocale à balayage (SLO) permettant de recouper l'image OCT avec le SLO. Module d'analyse rétinienne et papillaire avec suivi. L'OCT peut être associé à un micropérimètre, examen utile de quantification de la sensibilité rétinienne de la région maculaire.

Prix : non communiqué.

Optovue

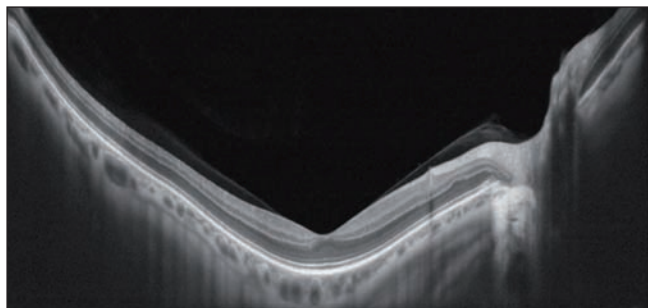
RtVue-100

Données techniques

Cet OCT possède une vitesse d'acquisition de 26 000 A-scans/s avec 256 à 1024 A-scans/image. La résolution optique (dans les tissus) est de 5 μ m en axial et 15 μ m en transverse. La résolution numérique est de 2,9 μ m en axial et 8 μ m en transverse. La plage de mesure s'étend de 2 à 2,3 mm en profondeur et 2 à 12 mm en transverse. La longueur d'onde d'émission est de 840 $\pm$ 10 nm. La taille de l'image du fond d'œil est de 32 x 23 degrés. Le diamètre pupillaire minimal pour l'examen est de 3 mm. L'OCT possède également un module cornéen.



Exemple d'image



Avantages

Parmi les avantages de cet appareil, il existe un module de mesure de la puissance cornéenne totale (*Total Corneal Power*) permettant de faire une biométrie après chirurgie réfractive cornéenne. Il existe également une cartographie de l'épaisseur de la couche de l'épithélium cornéen (*mapping* épithélial) très intéressant notamment dans le dépistage du kératocône. Finalement, il est important de signaler la présence d'un nouveau eye-tracker. Les coupes offrent une profondeur de mesure de 3 mm avec un champ allant jusqu'à 14 mm.

Prix : non communiqué.



iVue

Données techniques

Cet OCT possède quasiment les mêmes caractéristiques techniques que son « grand frère » le RTVue-100. Le champ du fond d'œil est de 21 x 21 degrés. Le diamètre pupillaire minimal pour l'examen est de 2,5 mm.

Avantages

Cet appareil est la version « allégée » du RTVue-100, tant au niveau de la taille, des fonctions que du prix. Il conserve les fonctions d'analyse rétinienne, papillaire et cornéenne. Son utilisation se rapproche de celui de la lampe à fente.

Prix : non communiqué.

Topcon

Topcon 3D OCT-2000

Données techniques

La vitesse de balayage est de 50 000 A-scans/s avec une résolution axiale de 5-6 μm . La pénétration dans les tissus est de 2,3 mm. Le diamètre pupillaire minimal pour

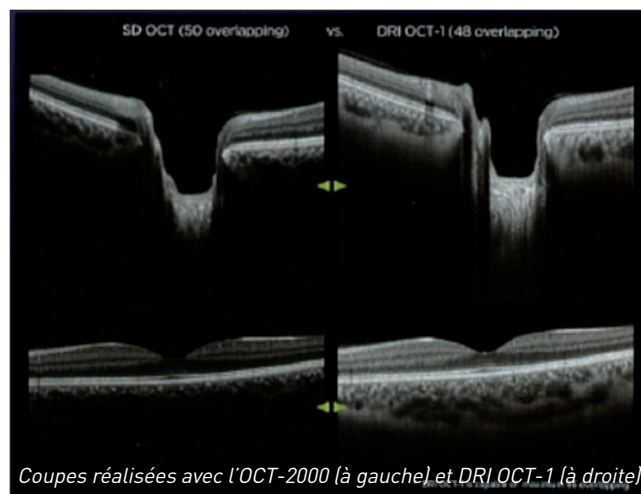
l'examen est de 2,5 mm. La source lumineuse est une diode superluminescente (SLD) d'une longueur d'onde de 840 nm. Le module de segment antérieur est livré avec l'offre de base. Dans cette version, l'OCT associe dans le même appareil un rétinographe couleur et un filtre vert.

Avantages

Dans sa version 3D OCT-2000 FA+, l'OCT est associé dans le même appareil à un rétinographe, auto-fluo et un angiographe. La fonction *IR tracking* permet une sommation précise basée sur l'image infra-rouge. Les systèmes Motion/ Correction/Compensation /Fonction *rescanning* permettent la réalisation de l'examen en cas de mouvements intempestifs de l'œil. Pour l'analyse papillaire, il existe un système de correction automatique du cercle de mesure. L'analyse papillaire est complète, notamment avec le module de cellules ganglionnaires sur une grille de 10 x 10 mm. Finalement, l'appareil possède un module d'analyse de druses permettant un comptage des druses avec une grille ETRS important pour le suivi des MLA.



Exemple d'image



Coupes réalisées avec l'OCT-2000 (à gauche) et DRI OCT-1 (à droite).

Prix : non communiqués.

Topcon DRI OCT-1

Données techniques

La vitesse de balayage est de 100 000 A-scans/s avec une résolution autour de 8 µm ou moins en axial et 20 µm ou moins en transverse. La source lumineuse émet à 1 050 nm de longueur d'onde. La segmentation offre sept plans de coupe avec une cartographie pour chacun d'eux. Le diamètre pupillaire minimal pour l'examen est de 2,5 mm.

Avantages

Seul appareil Swept Source du segment postérieur disponible sur le marché. Il offre une excellente visualisation des couches profondes comme la choroïde (avec cartographie de la choroïde), la lame criblée et potentiellement la sclère. L'appareil offre la possibilité de faire des coupes de 12 mm. Le mode *Follow-up* permet un suivi des différents examens.

Prix : non communiqué.

Carl Zeiss Meditec

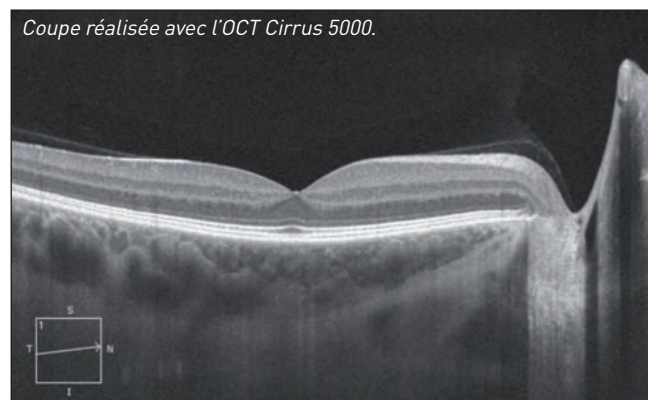
Cirrus HD-OCT 500 et 5000

Données techniques

Ces appareils d'OCT ont une vitesse de balayage OCT de 27 000 A-scans/s avec une résolution axiale (dans le tissu) de 5 µm. Le diamètre minimal de la pupille pour l'examen est de 2 mm. La taille de l'image du fond d'œil est de 36 x 30 degrés pour le 5000 et 36 x 22 degrés pour le 500. La technologie du modèle 5000 est un ophtalmoscope à balayage laser et le Live OCT Fundus™ pour le modèle 500.

Le diamètre minimal de la pupille pour l'examen est de 2 mm. La taille de l'image du fond d'œil est de 36 x 30 degrés pour le 5000 et 36 x 22 degrés pour le 500. La technologie du modèle 5000 est un ophtalmoscope à balayage laser et le Live OCT Fundus™ pour le modèle 500.

Exemple d'image



Avantages

Chaque appareil peut être équipé d'un module cornéen pour mesurer l'épaisseur cornéenne centrale et

visualiser l'angle irido-cornéen. Le modèle 5000 possède un système *Fast Trac*® permettant un suivi dynamique de la rétine. Le module EDI disponible sur le modèle 5000 permet un examen ciblé de la choroïde. Le modèle 5000 sera prochainement upgradable à 68 000 scans/s. Les images peuvent être associées à un système de forum permettant de centraliser tous les appareils Zeiss du cabinet et les visualiser sur un dossier.

Prix : à titre indicatif, le prix de l'OCT Cirrus HD-OCT 500 se situe autour de 53 000 euros et celui du 5000 autour de 80 000 euros.

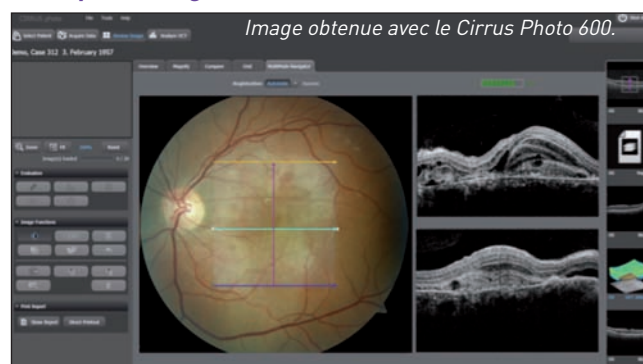
Cirrus Photo 600 et 800

Données techniques

Il s'agit de deux appareils dits « combo » associant OCT et rétinographe couleur et autofluorescence pour le 600 et, en plus, angiographe complet pour le 800. Les données de l'OCT

pour ces appareils ont les mêmes caractéristiques que les Cirrus (voir ci-dessus). Le diamètre minimal de la pupille pour les rétinographes est de 3,3 mm. La taille de l'image du fond d'œil est de 45 x 30 degrés pour les deux modèles. La technologie est basée sur une caméra CCD 5.0 mégapixels.

Exemple d'image



Avantages

Ces appareils offrent la possibilité d'associer deux ou plusieurs examens dans la même machine (gain de place et ergonomie). L'association des deux techniques ne fait pas de compromis sur la qualité des examens.

Prix : à titre indicatif, le prix du Cirrus Photo 600 se situe autour de 65 000 euros et celui du 800 autour de 95 000 euros.