

# Ce qui change en chirurgie maculaire depuis l'avènement des OCT spectral domain

**RÉSUMÉ :** La tomographie en cohérence optique en spectral domain (SD-OCT) est utilisée pour le diagnostic et le suivi thérapeutique des maladies rétinienne médicamenteuses et chirurgicales. Cette technique d'imagerie rétinienne permet d'obtenir des images dont les artefacts liés aux mouvements sont limités et des examens de suivi très précis (le plus petit changement mesurable est de 1 µm).

Les images fournies donnent une bonne visualisation des structures intrarétiniennes, des membranes épimaculaires, de l'interface vitréorétinienne. Elles permettent une cartographie maculaire précise et une reconstruction en 3 dimensions des lésions du fond d'œil.

Toutes ces caractéristiques en font un examen d'un grand intérêt avant toute chirurgie vitréomaculaire. Pour autant, l'avènement des OCT spectral domain a-t-il modifié les indications et la prise en charge chirurgicale des pathologies rétinienne ?



→ S. BRUNEAU<sup>1</sup>, C. TERRADA<sup>1,2</sup>, P. MASSIN<sup>1</sup>

1. Service d'Ophtalmologie, Hôpital Lariboisière, PARIS.

2. Centre Peretti, NEUILLY-SUR-SEINE.

**N**ous aborderons successivement ce qui change en chirurgie maculaire depuis l'avènement des OCT en *spectral domain* au cours de :

- la chirurgie des membranes épimaculaires ;
- la chirurgie des trous maculaires idiopathiques ;
- la chirurgie maculaire du patient diabétique ;
- la chirurgie de la maculopathie myopique ;
- la chirurgie des hématomas maculaires ;
- et enfin, la chirurgie vitréorétinienne assistée par SD-OCT.

## Chirurgie des membranes épimaculaires (fig. 1)

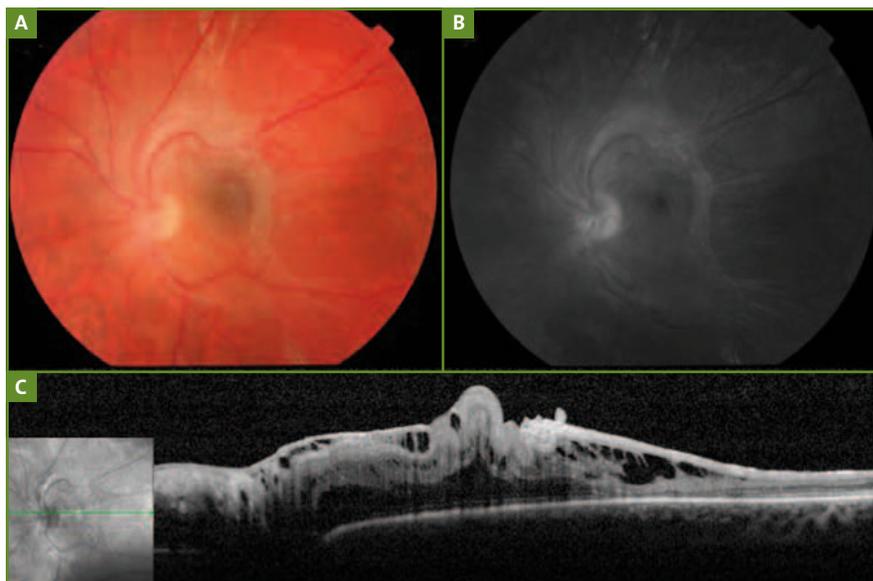
Les SD-OCT en comparaison aux OCT *time domain* sont d'une aide précieuse

avant l'ablation chirurgicale d'une membrane épimaculaire (MEM). Ils permettent une meilleure évaluation des MEM, offrent une reconstruction 3D de l'interface vitréomaculaire et améliorent l'identification des structures rétinienne. Falkner-Radler *et al.* ont évalué ces avantages chez cinq patients consécutifs qui devaient bénéficier d'une chirurgie vitréomaculaire pour ablation d'une MEM. Les patients bénéficiaient d'un OCT pré- et postopératoire [1].

Le SD-OCT Cirrus était comparé au TD-OCT Stratus. Le but du travail était de mettre en évidence des corrélations entre les différentes images obtenues en OCT, l'acuité visuelle et la présence de métamorphopsies. Dans tous les cas, le SD-OCT permettait de différencier la MEM et la surface rétinienne même si la MEM était adhérente. Il n'existe pas de relation entre l'augmentation de l'épaisseur rétinienne liée à la MEM et l'acuité

## REVUES GÉNÉRALES

### Rétine



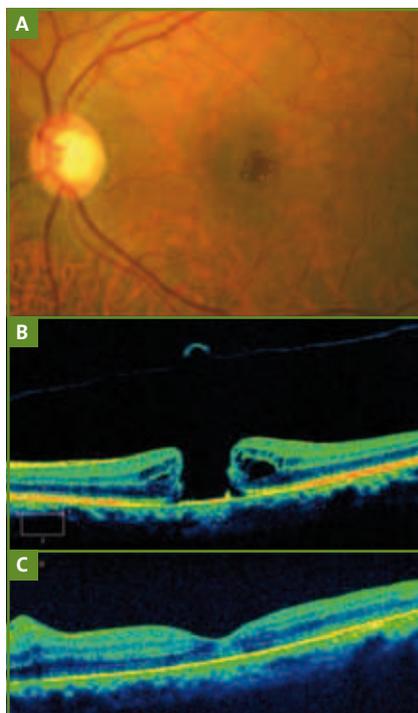
**FIG. 1 :** Membrane épimaculaire secondaire à une inflammation intraoculaire. (A) Photographie couleur du fond d'œil : présence d'une MEM épaisse secondaire à des poussées d'uvéites itératives négligées associées au HLA-B27, entraînant une constriction de l'aire maculaire bordée par des exsudats, un étirement des vaisseaux rétiniens. (B) Cliché monochromatique en lumière bleue : bonne visibilité de la MEM. (C) Coupe SD-OCT avec cliché en infrarouge de référence : présence d'une MEM épaisse créant un clivage intrarétinien, disparition de la dépression fovéolaire, la rétine externe n'est plus analysable.

visuelle. En revanche, les auteurs mettent en évidence une relation entre la présence de métamorphopsies et la cartographie de la membrane limitante interne.

#### Chirurgie des trous maculaires idiopathiques (fig. 2)

L'OCT est devenue la méthode la plus utile et fiable pour imager un trou maculaire. En OCT, le trou maculaire constitué se présente comme une ouverture de

pleine épaisseur au centre de la macula. Il n'existe à son niveau, contrairement au trou lamellaire ou pseudo-trou, aucune



**FIG. 2 :** Trou maculaire idiopathique. (A) Photographie couleur du fond d'œil : présence d'un trou maculaire stade 3 limitant l'acuité visuelle à 20/200 P10. Présence de dépôts réfringents au sein du trou maculaire. (B) Coupe SD-OCT préopératoire horizontale : trou maculaire de pleine épaisseur stade 3, irrégularité de l'épithélium pigmentaire, œdème kystique des berges du trou. Visibilité de la hyaloïde postérieure et de l'opercule en regard du trou. (C) Coupe SD-OCT postopératoire horizontale : fermeture complète du trou 4 semaines après V3V 25G, pelage de la membrane limitante interne, gaz et positionnement de 5 jours. L'acuité visuelle est de 20/25 P2. Il persiste une irrégularité au niveau de la ligne des photorécepteurs.

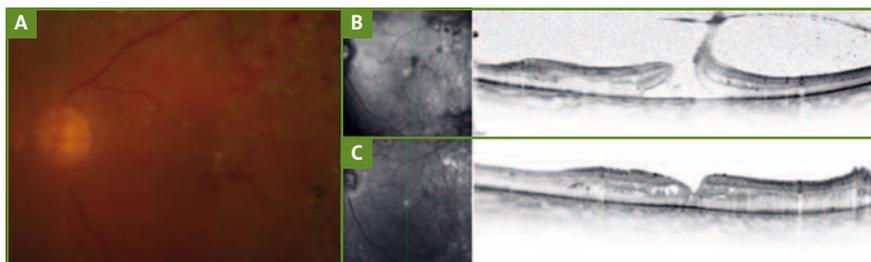
interposition de tissu rétinien entre la cavité vitrénienne et l'épithélium rétinien.

L'OCT permet de :

- diagnostiquer le trou maculaire ;
- différencier clairement un trou maculaire des trous lamellaires ou des pseudo-trous au sein d'une membrane épirétinienne ;
- préciser le stade du trou maculaire ;
- mesurer son diamètre. Le diamètre peut être mesuré à la base pour évaluer la perte de contact entre les photorécepteurs et l'épithélium pigmentaire de la rétine ou le diamètre minimal à l'ouverture car il s'agit de celui que l'on mesure au fond d'œil. Les trous maculaires peuvent se fermer spontanément dans 2,7 % des cas, surtout si la taille des trous est petite ( $161,8 \pm 83,0 \mu\text{m}$ ) [2]. La mesure de la taille du trou permet de distinguer les petits trous des grands pour lesquels le pelage de la membrane limitante interne (MLI) sera réalisé. La mesure du trou conditionne aussi le positionnement postopératoire des patients. Le taux de succès de fermeture des trous en absence de pelage de MLI et de positionnement diminue pour un diamètre supérieur à  $400 \mu\text{m}$  [3] ;
- préciser le risque d'apparition d'un trou maculaire dans l'œil adelphe, en particulier par l'étude de la jonction vitréomaculaire ;
- en postopératoire, documenter avec précision le résultat chirurgical [3].

#### Chirurgie maculaire du diabétique (fig. 3)

La chirurgie maculaire de l'œdème maculaire diabétique se conçoit seulement après équilibrage des facteurs systémiques (glycémie, pression artérielle diurne et nocturne et bilan lipidique) et après échec d'un traitement médical oculaire approprié (laser et traitements intravitréens). Elle est surtout efficace en cas d'anomalies de l'interface vitréomaculaire.



**FIG. 3 :** Trou maculaire diabétique associé à un syndrome de traction vitréomaculaire. (A) Photographie couleur du fond d'œil : rétinopathie diabétique proliférante sévère, voile fibrovasculaire au niveau des arcades vasculaires passant en pont sur la macula avec attache sur la berge fovéale supérieure. Cette traction est responsable d'un trou maculaire secondaire. (B) Coupe SD-OCT verticale préopératoire avec cliché en infrarouge de référence : trou maculaire de pleine épaisseur, œdème kystique des berges du trou. Visibilité du voile fibrovasculaire en regard de la fovéa et de la traction vitréofovéolaire. (C) Coupe SD-OCT verticale postopératoire avec cliché en infrarouge de référence : fermeture complète du trou 8 semaines après V3V 23G, pelage de la membrane limitante interne et tamponnement interne.

Dans une étude rétrospective, Ophir *et al.* ont analysé l'association entre l'œdème maculaire diabétique et la présence d'anomalies de l'interface vitréorétinienne à l'aide des SD-OCT. Sur 58 yeux de 58 patients, ils identifient quatre groupes : les œdèmes maculaires diabétiques accompagnés de

- tractions vitréofovéolaires uni- ou multifocales associées à des tractions extrafovéolaires (19 %) ;
- tractions extrafovéolaires rétinienne ou papillaires (34,5 %) ;
- membranes épimaculaires (22,4 %) ;
- en l'absence d'anomalies de l'interface (20,7 %) [4].

Les conséquences cliniques de ces observations laissent penser que l'étude systématique de l'interface vitréomaculaire et rétinienne est indispensable chez le diabétique avant de poser l'indication du traitement chirurgical ; le succès de la chirurgie est dépendant de l'importance des tractions vitréorétiniennes.

### Maculopathie myopique et chirurgie (fig. 4)

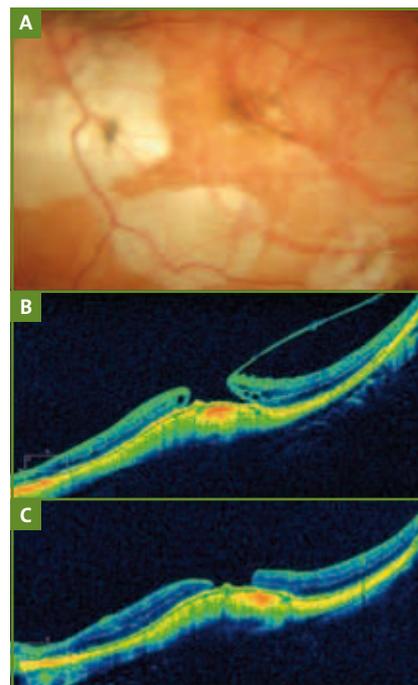
Le rétinoshisis maculaire ou plus précisément le fovéoschisis compliquant la myopie forte a pu être décrit grâce à l'utilisation de l'OCT [5]. Sa description s'est affinée avec l'apparition

des SD-OCT. Il se caractérise par une dissociation des couches rétinienne reliées par des travées verticales créées par l'étirement des cellules de Müller. Il permet de définir la présence de membranes épimaculaires, de tractions vitréomaculaires et d'un décollement fovéolaire. Toutes ces caractéristiques OCT conditionnent le pronostic fonctionnel et la prise en charge thérapeutique.

Il faut distinguer deux présentations différentes :

- le fovéoschisis du myope fort isolé ;
- le fovéoschisis du myope fort compliqué par décollement fovéolaire des photorécepteurs, par trou maculaire ou par l'association des deux.

Le fovéoschisis du myope fort peut évoluer vers un décollement de rétine par trou maculaire. Il s'agit d'une forme rare de décollement de rétine (0,5 à 1 % des cas). Dans 95 % des cas les patients concernés sont myopes forts avec un staphylome postérieur. Le pronostic visuel est mauvais car la réapplication de la rétine maculaire est parfois incomplète. De plus, il existe des altérations de l'épithélium pigmentaire. Hormis le cas de décollement de rétine associé, le traitement chirurgical n'est pas une urgence mais il convient d'opérer dans un délai assez court.



**FIG. 4 :** Trou maculaire du myope fort associé à un syndrome de traction vitréomaculaire. (A) Photographie couleur du fond d'œil : myopie forte, plages hypopigmentées liées à l'atrophie, visibilité du trou maculaire sous la forme d'un halo hypopigmenté. Altérations de l'épithélium pigmentaire maculaire. Absence d'hémorragie rétinienne. (B) Coupe SD-OCT préopératoire avec cliché en infrarouge de référence : trou maculaire du myope fort au sein du staphylome, œdème kystique des berges du trou. Forte traction vitréorétinienne sur la berge temporale du trou maculaire. Hyperréflexivité choroïdienne accentuée. (C) Coupe SD-OCT postopératoire avec cliché en infrarouge de référence : fermeture incomplète du trou 4 semaines après V3V 25G, pelage de la membrane limitante interne, gaz et positionnement de 10 jours, malgré la levée des tractions vitréomaculaires et la réapplication des berges fovéales du trou maculaire.

### Chirurgie des hématomas maculaires (fig. 5)

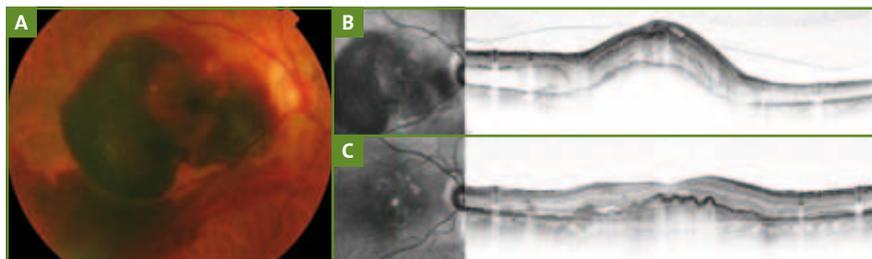
Les hématomas maculaires sont la conséquence soit d'une dégénérescence maculaire liée à l'âge de forme exsudative, soit de la rupture de macroanévrismes rétinien. L'hématome maculaire compliquant une DMLA provient dans la majorité des cas de néovaisseaux choroïdiens sous-épithéliaux ou d'une forme atrophique ayant développé un

## REVUES GÉNÉRALES

### Rétine

#### POINTS FORTS

- ➔ La chirurgie maculaire est une chirurgie fonctionnelle. Elle ne peut en aucun cas reposer de façon isolée sur l'analyse d'images aussi précises soient-elles. Seule l'acuité visuelle associée à la gêne fonctionnelle (métamorphopsies, scotomes, diplopie monoculaire) indique l'acte chirurgical.
- ➔ Le SD-OCT permet de poser le diagnostic.
- ➔ Il permet le suivi post-chirurgical.
- ➔ Il renseigne sur l'absence de récupération visuelle en cas d'altération de la ligne des photorécepteurs rétrofovéolaire, ou non fermeture de trou maculaire.
- ➔ Il permet de différencier les fovéoschisis du myope fort non compliqué et compliqué (détachement rétrofovéolaire et trou maculaire).
- ➔ En cas de fovéoschisis du myope fort compliqué, il existe une indication chirurgicale.
- ➔ Il différencie les hématomes préépithéliaux et rétroépithéliaux de la DMLA, avec une meilleure efficacité thérapeutique pour les hématomes préépithéliaux.



**FIG. 5 :** Hématome maculaire secondaire à une DMLA. (A) Photographie couleur du fond d'œil : hématome maculaire secondaire à un décollement de l'épithélium pigmentaire néovasculaire. La localisation de l'hématome est mixte : intra- et sous-rétinienne. Elle s'étend à tout le pôle postérieur et au-delà de l'arcade temporale inférieure. (B) Coupe SD-OCT préopératoire avec cliché en infrarouge de référence : visibilité du décollement de l'épithélium pigmentaire de la rétine et de l'hémorragie sous-rétinienne associée à des signes exsudatifs intrarétiniens. (C) Coupe SD-OCT postopératoire avec cliché en infrarouge de référence : fibrose partielle du DEP 4 semaines après V3V 23G et injection de rTPA en sous-rétinien. Disparition de l'hémorragie sous-rétinienne. L'épithélium pigmentaire reste festonné. Apparition de la dépression fovéale en regard du DEP.

néovaisseau choroïdien en bordure de l'atrophie. L'hématome sous-rétinien se distingue de l'hémorragie intrarétinienne par sa couleur sombre, son aspect en relief et ses bords nets arrondis. Les angiographies retrouvent la plupart du temps une membrane néovasculaire décentrée par rapport à l'hémorragie [6-8]. Les SD-OCT permettent de localiser l'hémorragie par rapport au plan de l'épithélium pigmentaire et de montrer

des signes de néovascularisation directe ou indirecte [6].

Un macroanévrisme rétinien artériel peut se rompre au sein de différents espaces intraoculaires. Une hémorragie des couches internes de la rétine peut masquer une hémorragie des couches externes, rendant le diagnostic, la distribution anatomique et le pronostic fonctionnel visuel difficiles. Pourtant, le

gain fonctionnel après chirurgie vitréo-rétinienne pour traitement d'un macroanévrisme rétinien artériel est influencé par la localisation de l'hémorragie rétinienne. La localisation sous-maculaire de l'hémorragie est de moins bon pronostic après chirurgie que toutes les autres localisations [9].

#### Chirurgie vitréorétinienne assistée par SD-OCT

Il est maintenant possible d'utiliser des SD-OCT montées sur le microscope opératoire, au cours de la chirurgie maculaire, afin de détecter les modifications de l'anatomie rétinienne. Ray *et al.* ont étudié 25 yeux de 24 patients au cours d'une chirurgie pour pelage de membrane épimaculaire et pour trou maculaire entre les mois d'avril 2009 et 2010. Ils remarquent une stabilité de la taille du trou maculaire et du diamètre central après pelage de la membrane limitante interne, mais dans 87 % une augmentation du liquide sous-rétinien maculaire. Concernant la chirurgie des MEM, les auteurs notent une augmentation de l'épaisseur rétinienne après pelage de la membrane limitante interne inférieure à 2 %. Après pelage non compliqué de la MEM, 10/12 yeux développent une hyporéflexivité sous-rétinienne représentant un détachement maculaire peu profond [10]. L'utilisation des SD-OCT peropératoires fournit une nouvelle vision dans l'analyse des changements morphologiques au cours de la chirurgie maculaire et se place comme un outil d'intérêt lors de la chirurgie vitréorétinienne.

#### Conclusion

La chirurgie maculaire s'est beaucoup développée grâce à de nouvelles techniques chirurgicales, mais l'apport du SD-OCT est primordial pour guider le geste chirurgical, dans son indication, son pronostic, mais aussi dans le suivi

postopératoire. Toutefois, la bonne visualisation des structures vitréorétiniennes ne doit pas faire oublier que la chirurgie maculaire reste une chirurgie fonctionnelle et doit répondre à une plainte visuelle du patient et non au traitement d'images à l'OCT.

### Bibliographie

1. FALKNER-RADLER CI, GLITTENBERG C, BINDER S. Spectral domain high-definition optical coherence tomography in patients undergoing epiretinal membrane surgery. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*, 2009; 40: 270-276.
2. PRIVAT E, TADAYONI R, GAUCHER D *et al.* Residual defect in the foveal photoreceptor layer detected by optical coherence tomography in eyes with spontaneously closed macular holes. *Am J Ophthalmol*, 2007; 143: 814-819.
3. GUILLAUBEY A, MALVITTE L, LAFONTAINE PO *et al.* Comparison of face-down and seated position after idiopathic macular hole surgery: a randomized clinical trial. *Am J Ophthalmol*, 2008; 146: 128-134.
4. OPHIR A, MARTINEZ MR, MOSQUEDA P *et al.* Vitreous traction and epiretinal membranes in diabetic macular oedema using spectral-domain optical coherence tomography. *Eye (Lond)*, 2010; 24: 1545-1553.
5. TAKONO M, KISHI S. Foveal retinoschisis and retinal detachment in severely myopic eyes with posterior staphyloma. *Am J Ophthalmol*, 1999; 128: 472-476.
6. SOUBRANE G. Rapport de la SFO, Paris, Masson, 2007 : p. 350.
7. KRAMER M, MIMOUNI K, PRIEL E *et al.* Comparison of fluorescein angiography and indocyanine green angiography for imaging of choroidal neovascularization in hemorrhagic age-related macular degeneration. *Am J Ophthalmol*, 2000; 129: 495-500.
8. REICHEL E, DUKER JS, PULIAFITO CA *et al.* Indocyanine green angiography and choroidal neovascularization obscured by hemorrhage. *Ophthalmology*, 1995; 102: 1871-1876.
9. NAKAMURA H, HAYAKAWA K, SAWAGUCHI S *et al.* Visual outcome after vitreous, sub-internal limiting membrane, and/or submacular hemorrhage removal associated with ruptured retinal arterial macroaneurysms. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2008; 246: 661-669.
10. RAY R, BARANANO DE, FORTUN JA *et al.* Intraoperative microscope-mounted spectral domain optical coherence tomography for evaluation of retinal anatomy during macular surgery. *Ophthalmology*, 2011; 118: 2212-2217.

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