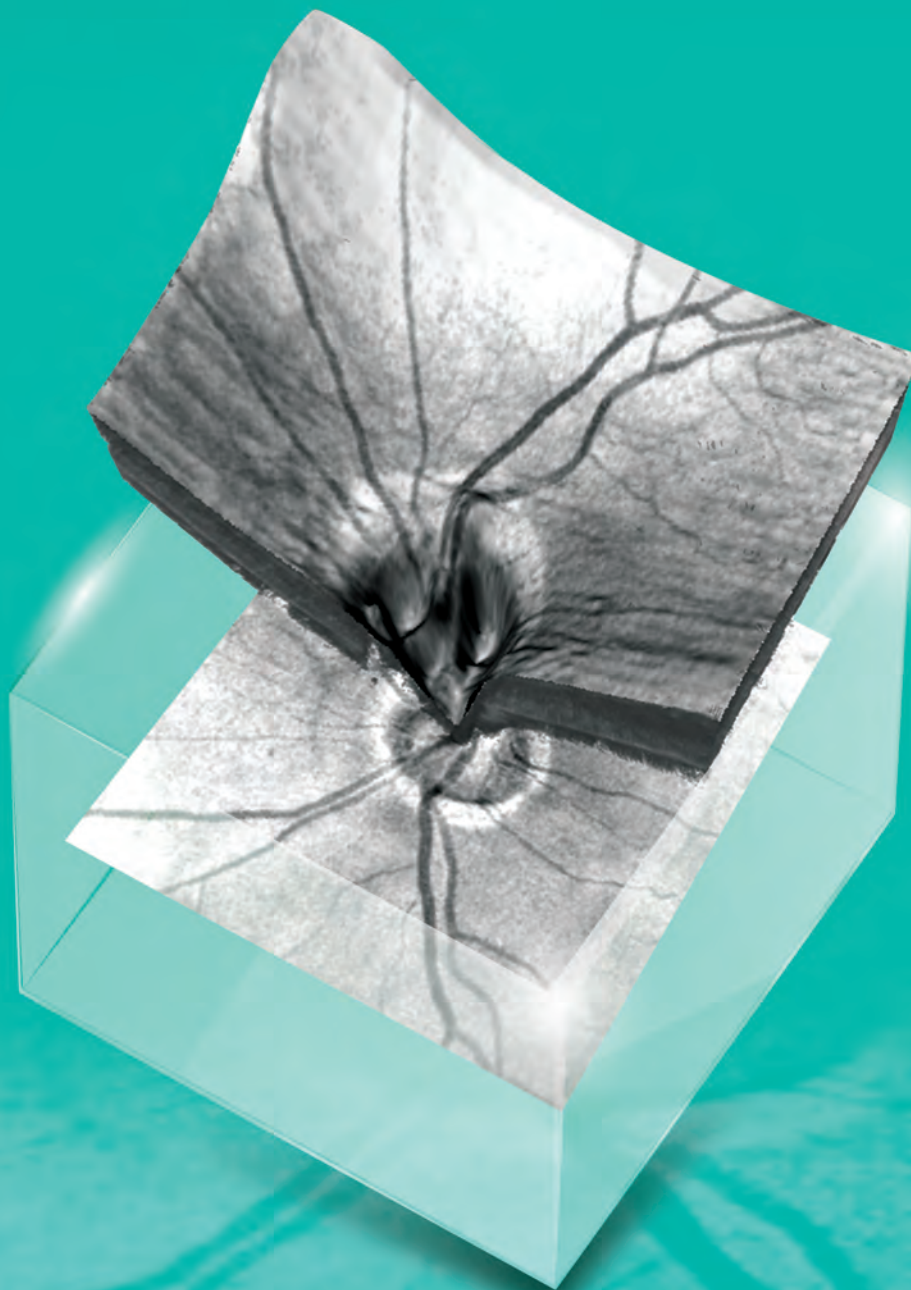


& OCT & GLAUCOME

Professeur **Jean-Paul Renard**
Professeur **Antoine Labbé**
Professeur **Christophe Baudouin**





**Analyse 3D de la papille optique en OTC-SD d'un patient atteint de glaucome débutant,
par Cirrus HD-OCT**

& OCT & GLAUCOME

Pr Jean-Paul **Renard** - Pr Antoine **Labbé** - Pr Christophe **Baudouin**

Centre Ophtalmologique Breteuil - Paris

Hôpital d'Instruction
des Armées Bégin
- Saint-Mandé

**Hôtel Dieu Groupe
Hospitalier Paris-
Centre** (HUPC - Hôpitaux
Universitaires Paris
Centre) Paris 5 Université
Sorbonne Paris Cité.

**Centre Hospitalier
National
d'Ophtalmologie
des Quinze-Vingts**

Institut de la Vision,
Université Pierre et
Marie Curie

**Hôpital Ambroise
Paré, AP-HP,
Université de
Versailles
St-Quentin-
en-Yvelines**

**Centre Hospitalier National
d'Ophtalmologie des
Quinze-Vingts**

Institut de la Vision, Université
Pierre et Marie Curie

**Hôpital Ambroise Paré,
AP-HP,
Université de Versailles
St-Quentin-en-Yvelines**

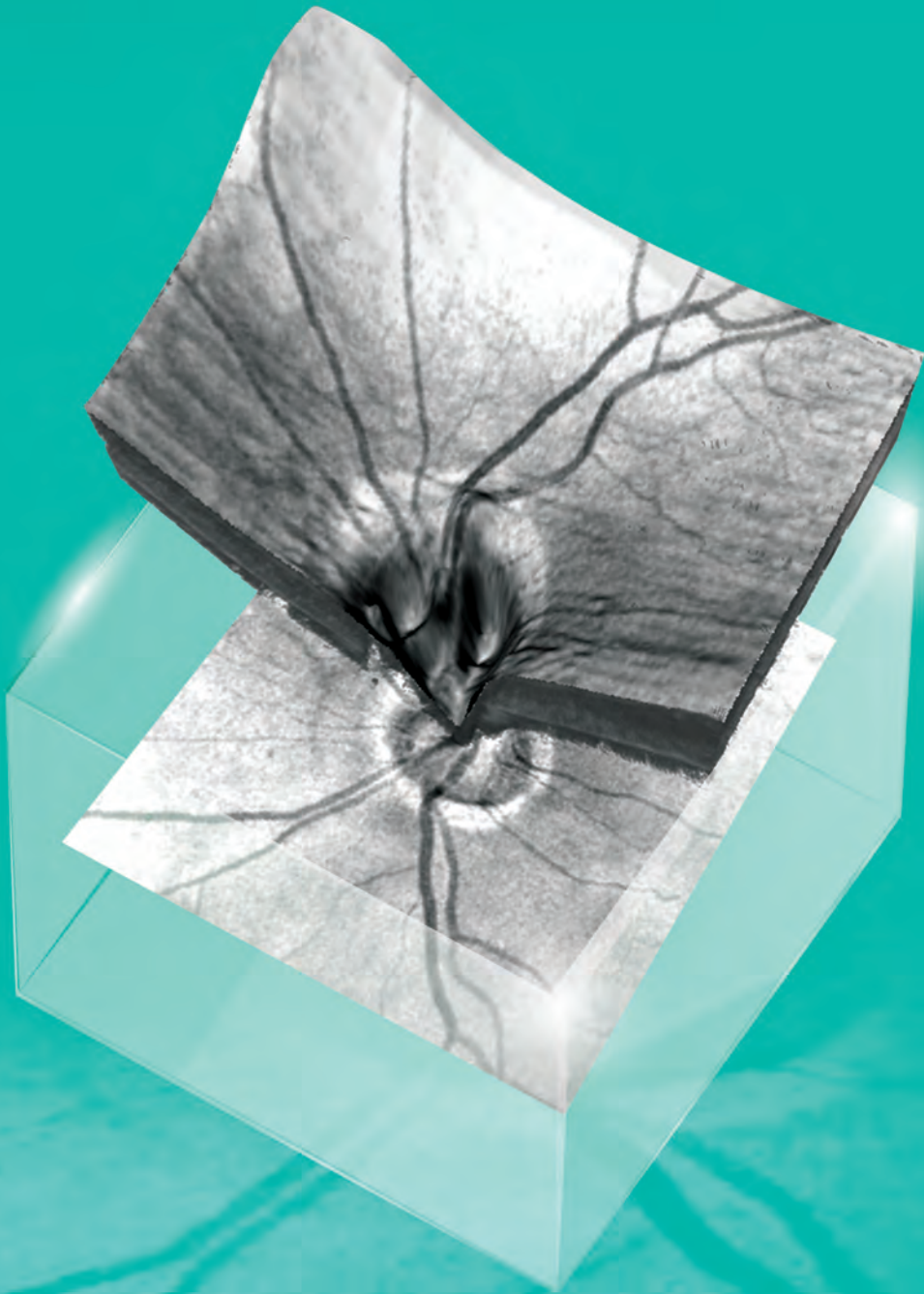
avec la collaboration de :

Jean-Marie Giraud, Jean-Rémy Fénolland, Bénédicte Dupas, Adil El Maftouh



Nadja Abbas, Marie-Julie Bovis, Emmanuelle Brasnu, Yann Destaebel,
Pascale Hamard, Stéphanie Hayek, Sofiene Kallel, Laetitia Luponis,
Lyes Meziani, Candice Rados, Laetitia Raissac, Rémy Rosenberg,
Damien Sendon

Edité par les Laboratoires Théa et Carl Zeiss Meditec France SAS



Les techniques d'imagerie dans la prise en charge de la neuropathie optique glaucomateuse ont considérablement évolué ces dernières années, avec une amélioration à la fois des méthodes d'imagerie et de celles de l'analyse de ces images.

La Tomographie par Cohérence Optique ou OCT-SD (OCT dans le domaine spectral) nous apporte aujourd'hui, avec un recul de 10 ans, une quantification objective, fiable et reproductible des lésions des différentes structures tissulaires atteintes dans le glaucome. Dans l'analyse du segment postérieur comme dans celle du segment antérieur les nouveaux algorithmes d'acquisitions et les nouveaux logiciels d'analyses ne cessent d'évoluer, avec une précision diagnostique croissante.

Cet ouvrage a été réalisé à partir de l'expérience et de la collaboration étroite de deux équipes amies.

Notre objectif a été de faire, en 2017, sans chercher l'exhaustivité, un état des connaissances pratiques actuelles concernant l'utilisation, les indications, l'interprétation éclairée des résultats, les limites et les pièges de l'OCT dans le glaucome. Nous avons sélectionné un certain nombre d'images caractéristiques. Le lecteur reconnaîtra aisément différentes formes cliniques en étant conscient qu'une analyse précise et complète de tous les éléments des relevés est nécessaire et que les données des images en OCT-SD doivent toujours être soigneusement corrélées à celles de l'examen clinique et du champ visuel aussi bien dans la démarche diagnostique que thérapeutique.

Nous espérons que sa lecture apportera une formation complémentaire pratique actualisée pour le plus grand bien de nos patients.

Pr Jean-Paul **Renard**

Pr Antoine **Labbé**

Pr Christophe **Baudouin**

PARTIE I

OCT du segment postérieur dans le glaucome

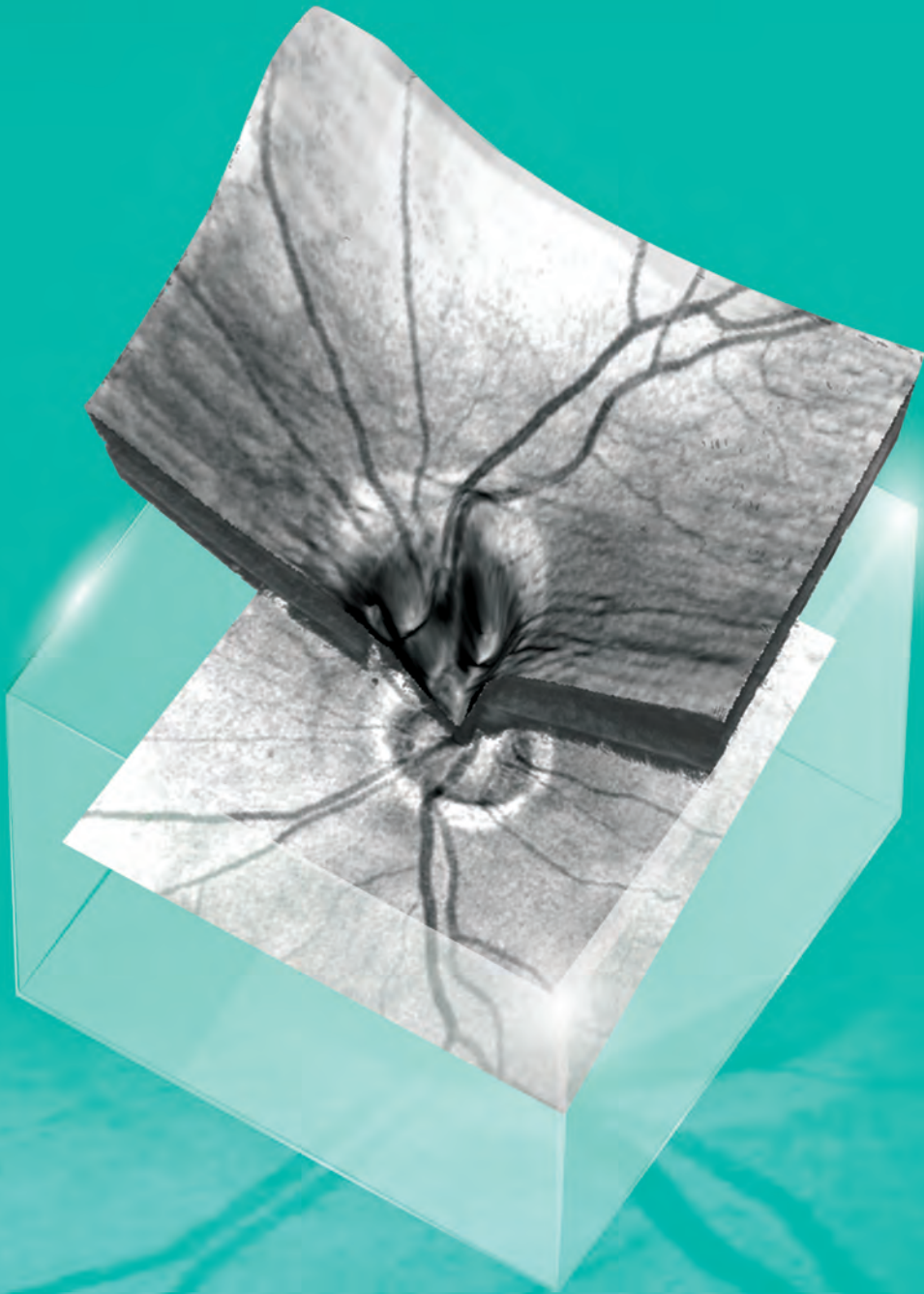
1. Principe et objectifs	11
2. Étapes d'une bonne acquisition du relevé OCT	17
2.1. Avant l'acquisition	19
2.2. Pendant l'acquisition	20
2.3. En fin d'acquisition	22
3. Analyse des Fibres Nerveuses Rétiniennes en OCT-SD	25
3.1. Interprétation	26
3.2. Limites	40
3.3. En pratique	42
4. Analyse de la Tête du Nerf Optique en OCT-SD	45
4.1. Interprétation	46
4.2. Un nouvel indice	48
4.3. En pratique	52
5. Analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire	55
5.1. Différentes analyses selon les OCT-SD	58
5.2. Interprétation	66
5.3. Indices complémentaires	68
5.4. Cartographie des déficits maculaires mieux connue	70
5.5. En pratique	72
6. Recommandations d'interprétation en OCT-SD	75
7. Aspects cliniques de la neuropathie optique glaucomateuse en OCT-SD	83
7.1. Suspect de glaucome	84
7.2. Glaucome débutant	88
7.3. Myopie et dysversion papillaire	95
7.4. Glaucome modéré	96
7.5. Glaucome unilatéral	98
7.6. Glaucome évolué	100
8. Quelques cas particuliers en OCT-SD	103
8.1. Atteinte OCT isolée	104
8.2. Dysversion papillaire	106
8.3. Drusen papillaire	112
8.4. Forte myopie	115

9. Pièges en OCT-SD	119
9.1. Pendant l'acquisition	121
9.1.1. Facteurs liés au patient.....	121
9.1.2. Facteurs liés à l'opérateur.....	125
9.1.3. Facteurs liés à l'appareil	128
9.2. Après l'acquisition.....	130
9.2.1. Anomalies de l'interface vitréo-rétinienne, hyaloïde épaissie, MER.....	130
9.2.2. Traction vitréo-rétinienne.....	131
9.2.3. GPAO et Maculopathie	132
9.2.4. GPAO et DMLA	133
9.2.5. Fovea plana.....	134
10. Les marqueurs de progression en OCT-SD	137
10.1. Marqueurs de progression des FNR.....	140
10.2. Marqueurs de progression du GCC	146
10.3. Nouvelles analyses de progression.....	160
11. L'OCT-Angiographie aujourd'hui dans le glaucome	167

PARTIE II

OCT du segment antérieur dans le glaucome

1. Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs	197
2. Analyse des mécanismes de fermeture de l'angle	209
2.1. Le blocage pupillaire.....	211
2.2. Le mécanisme d'iris plateau	214
2.3. Les mécanismes cristalliniens.....	218
2.4. Le glaucome malin.....	221
2.5. Les effusions cilio-choroïdiennes	222
2.6. Autres fermetures secondaires de l'angle irido-cornéen.....	224
3. Analyse des mécanismes de certains glaucomes secondaires	229
4. Surveillance de la chirurgie et du laser	235
4.1. Surveillance de la chirurgie et du laser.....	236
4.2. Surveillance de la chirurgie filtrante	240
5. Nouveaux développements de l'imagerie : une visualisation directe des vaisseaux du trabéculum et du canal de Schlemm	265



OCT du segment postérieur dans le glaucome

L'identification des modifications structurales, des lésions des Fibres Nerveuses Rétiniennes (FNR), de la Tête du Nerf Optique (TNO) et du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire (GCC), est une composante essentielle du diagnostic et de la prise en charge du glaucome.

La tomographie par cohérence optique ou OCT (Optical Coherence Tomography) utilisée en ophtalmologie depuis plus de 25 ans, permet d'examiner *in vivo* la rétine dans toute son épaisseur.

Les nouveaux OCT-SD (OCT dans le domaine spectral) nous apportent, aujourd'hui, une quantification objective des lésions de ces structures avec une constante évolution.

De nouveaux programmes d'acquisition et l'utilisation de nouveaux algorithmes d'analyses, sur des volumes tissulaires plus importants, récemment disponibles, ont permis notamment une meilleure précision diagnostique des paramètres obtenus, ainsi qu'une meilleure interprétation des particularités de certaines formes cliniques aux différents stades de la neuropathie optique glaucomateuse.

Enfin l'arrivée de l'OCT-Angiographie avec une visualisation « en face » précise de l'architecture capillaire et surtout séparée des plexus capillaires superficiel et profond, apporte des perspectives aux extensions variées et intéressantes. L'apport de l'OCT-Angiographie en 2017, concernant son objectif d'évaluer ainsi les aspects fonctionnels des tissus en plus de la morphologie, doit être précisé.

1. Principe et objectifs

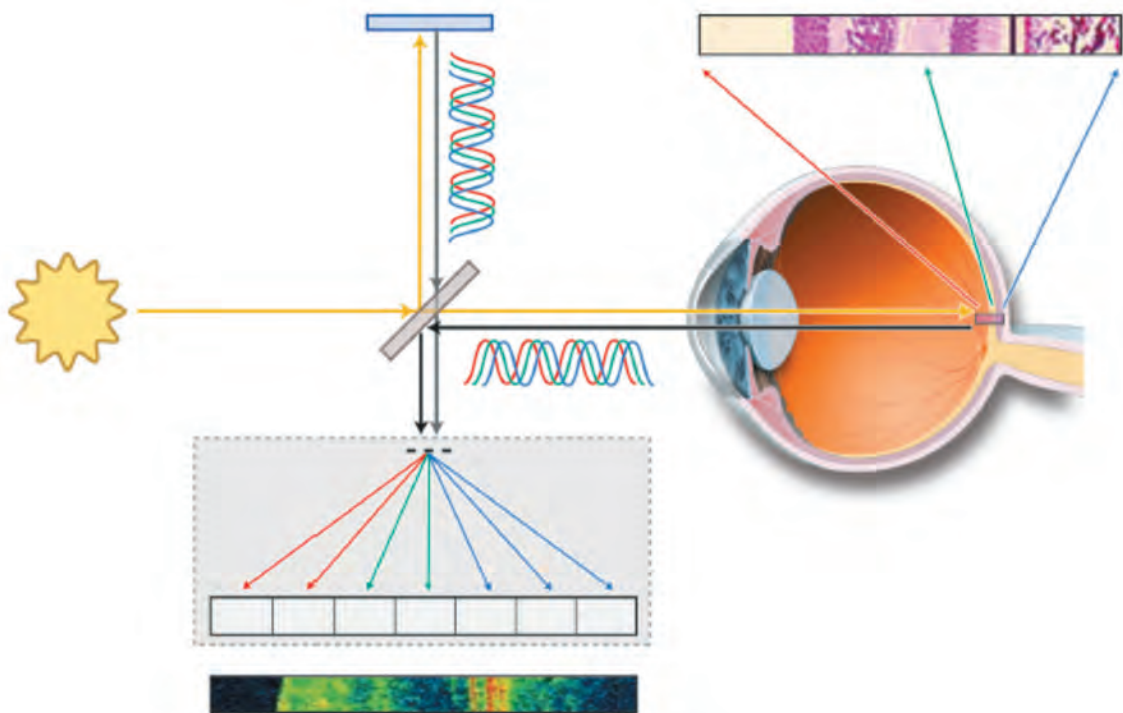
En tomographie par cohérence optique, l'image reconstituée dépend de l'absorption et de la réflexion de la lumière utilisée par les tissus biologiques. La mesure des temps de propagation très rapides de la lumière (aller et retour) sur les distances micrométriques qui séparent les structures postérieures de l'œil est possible par le biais d'interférences. On fait ainsi interférer la lumière réfléchie des couches rétinienne avec celle d'un autre faisceau issu de la même source et ayant parcouru un chemin optique de référence. Les interférences ne se produisent que sur une certaine distance : la longueur de cohérence, à l'origine de la dénomination de « tomographie par cohérence optique ».

L'OCT Spectral Domain, OCT-SD, est une forme d'interférométrie à basse cohérence, où la source de lumière est une diode superluminescente (SLD) entre 840 et 880 nm et le détecteur un spectromètre qui résout immédiatement les signaux d'interférence dans toute la profondeur de chaque examen axial du tissu examiné sans avoir à faire varier la longueur du chemin de référence (miroir).

La représentation spatiale des valeurs de réflectivité obtenues permet la construction d'images bi ou tri-dimensionnelles étroitement corrélées avec les images histologiques de la rétine.

Les OCT-SD balayent les tissus aujourd'hui avec une vitesse comprise entre 25 000 et 70 000 Scans-A/s. permettant d'acquérir des ensembles de données volumétriques dans des temps très brefs avec une résolution axiale de l'ordre de 3-5 μm et transversale de 12-20 μm selon les appareils.

SCHÉMA OPTIQUE DE L'OCT-SPECTRAL DOMAIN



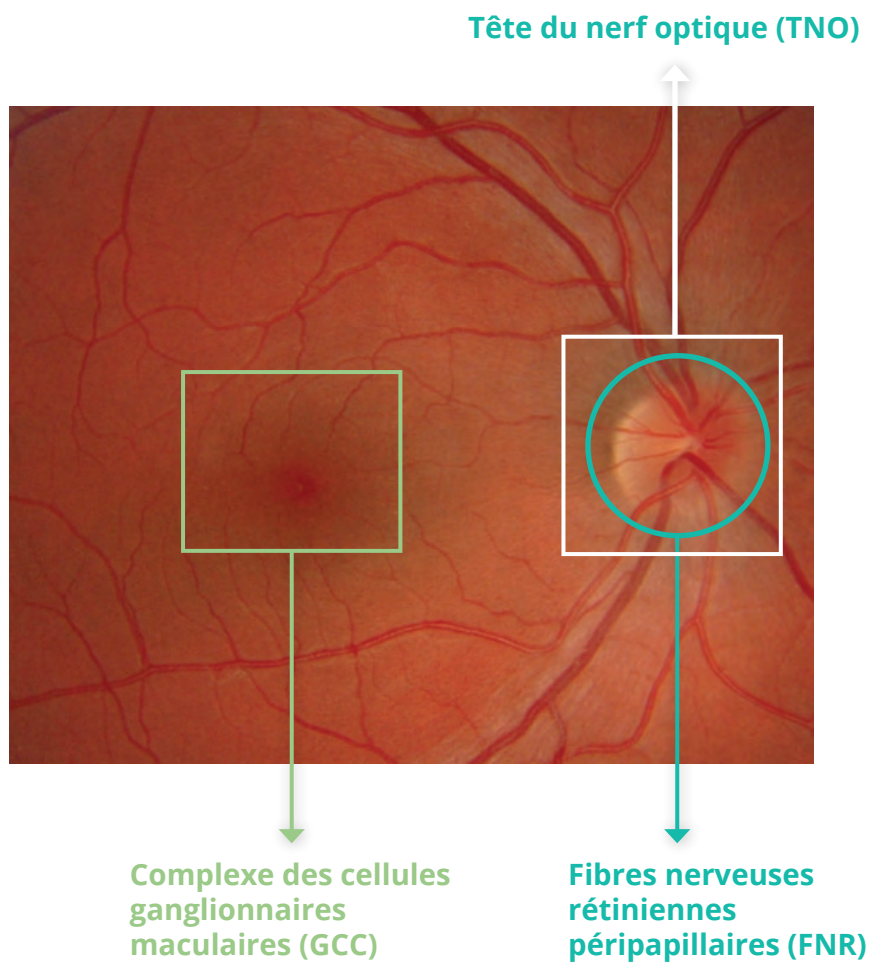
Étude des fréquences des rayons réfractés (spectromètre)



Les 3 sites d'examen du pôle postérieur en OCT-SD, avec l'analyse des FNR péripapillaires, l'analyse de la TNO et celle du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire, doivent s'enchaîner au cours du même protocole d'acquisition.

Ils doivent être considérés comme indissociables car ils sont sources d'informations différentes et complémentaires, à interpréter en fonction de chaque forme clinique évolutive du glaucome comme nous allons le voir.

ANALYSE AU NIVEAU DE TROIS SITES





2. Étapes d'une bonne acquisition du relevé OCT

- 2.1. Avant l'acquisition**
- 2.2. Pendant l'acquisition**
- 2.3. En fin d'acquisition**

Avec les nouveaux OCT-SD le protocole d'acquisition est bien établi.
Il nécessite un certain nombre de prérequis avant, pendant et en fin d'acquisition, à bien connaître et respecter pour assurer la meilleure qualité d'examen.

Avant l'acquisition

Informer le patient du but et des modalités de l'examen (bruits, lumière).

Insister sur l'importance de la fixation de la mire lumineuse dédiée (en connaître la couleur bleue ou verte) à l'intérieur de l'objectif.

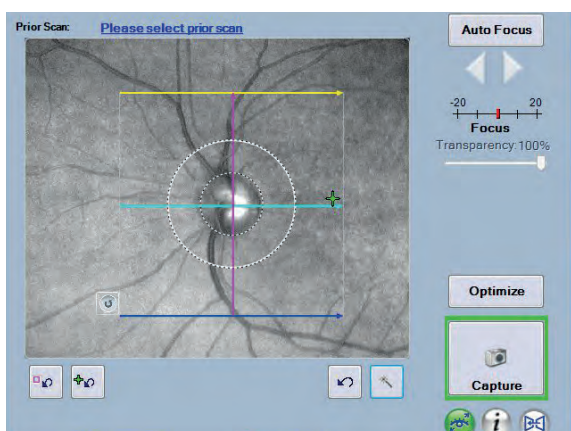
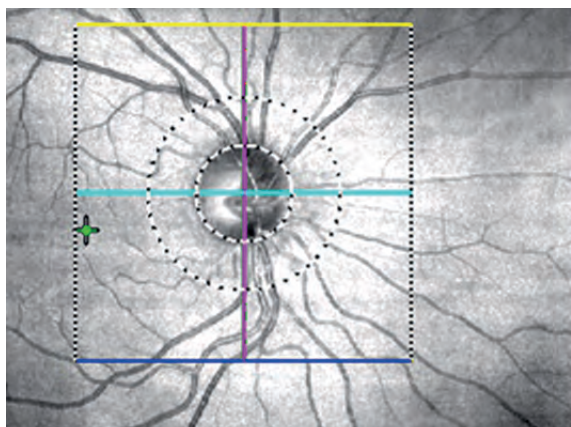
La dilatation pupillaire n'est en général pas nécessaire (sauf si pupille étroite ou trouble des milieux).

S'assurer de la bonne installation confortable du patient :

- **Contrôler le contact entre le front et la tête avant et pendant l'acquisition** pour limiter les mouvements antéropostérieurs (axe z) car l'étendue de la plage de focalisation des OCT est très courte. Tâche facilitée par les OCT qui permettent à l'examineur d'être placé perpendiculairement au patient au cours de l'acquisition.
- **Enregistrer l'identité du patient** sans oublier son **âge** et son **ethnie**.



Pendant l'acquisition

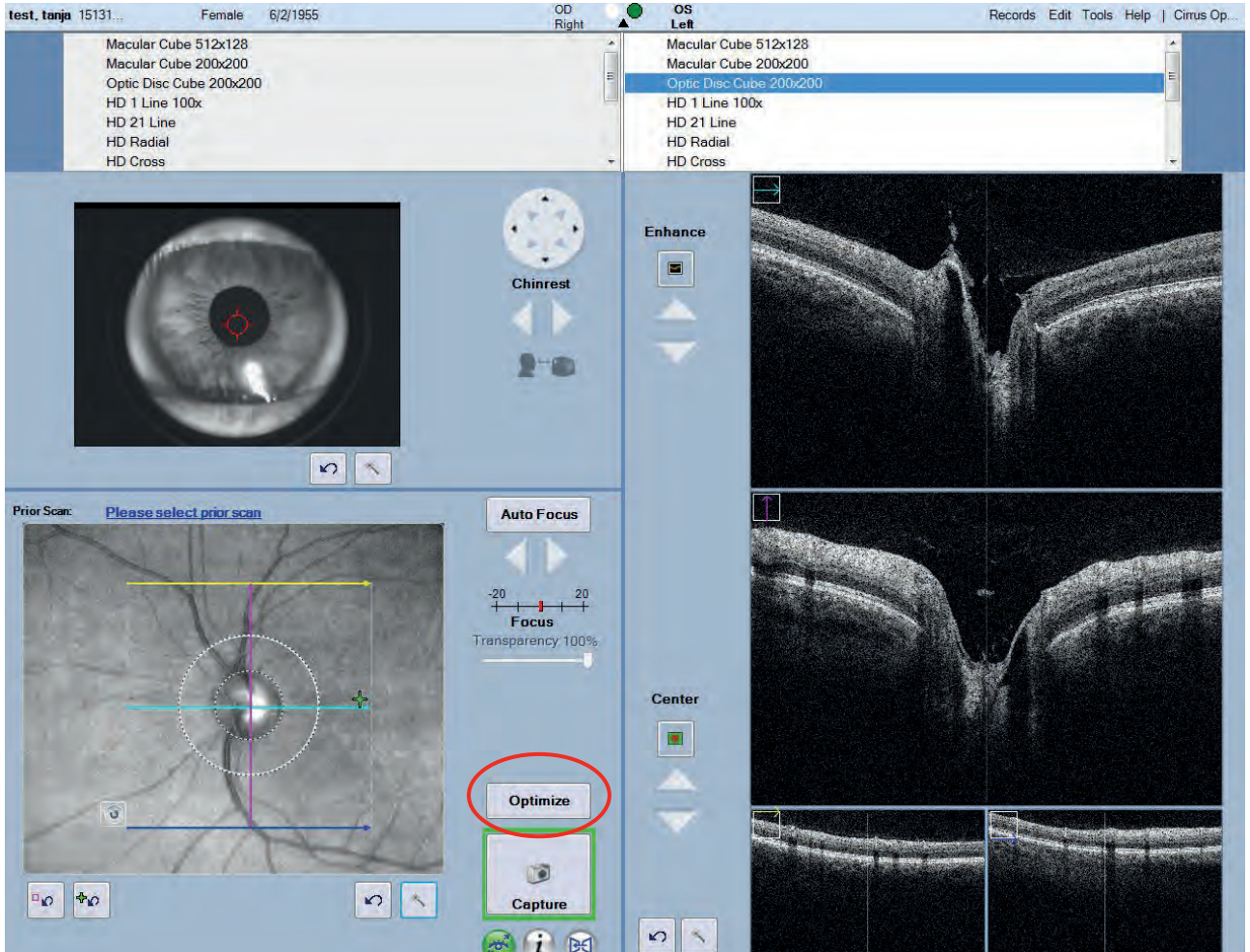


Obtenir un bon alignement orthogonal des plans verticaux et horizontaux pour optimiser la réflectance et le rapport signal bruit.

Une fois le plan focal déterminé, utiliser la fonction « **optimisation** » pour un meilleur signal.

Activer les systèmes « eye-tracker » afin de limiter les artéfacts de mouvements et optimiser la reproductibilité des scans.

Utiliser la fonction logicielle de moyennage d'images afin de renforcer le rapport signal/bruit.



Vérifier la puissance du signal spécifique à chaque OCT-SD :

HD-OCT : SS \geq 6, Triton $>$ 35, XR Avanti $>$ 30, Spectralis $>$ 15, RS3000 et HS-100 $>$ 7,0

Un faible signal signifie un relevé non fiable et ne doit pas être retenu.

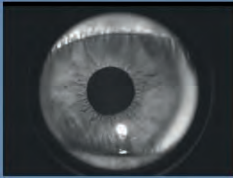
Éliminer une acquisition avec des artéfacts de micromouvements (mauvais alignement des vaisseaux rétiniens sur les images « en face ») moins fréquents avec le système « eye tracker ».

Vérifier la bonne segmentation des scans B. La segmentation des différentes couches rétiniennes est capitale à connaître et à comprendre. Elle est faite automatiquement par l'algorithme de l'OCT et toutes les mesures des différentes couches rétiniennes rapportées par l'examen dépendent de sa bonne qualité. Une mauvaise segmentation des couches rétiniennes par l'algorithme sur un relevé avec une bonne force du signal est possible. Une nouvelle acquisition est alors nécessaire.

test_tanja 15131... Female 6/2/1955 OD Right OS Left Records Edit Tools Help | Cirrus Op...

ALL SCANS

OS Optic Disc Cube 200x200



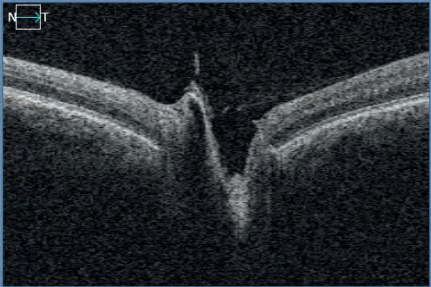

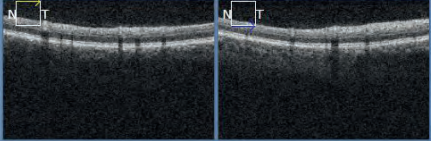
Signal Strength: ██████████ 9/10 ⓘ

Fundus Image: ██████████ 7/10

Tracked during scan
 Tracked to prior ⓘ

Transparency: 0%

Try Again
Save

de, er CZM1... Male 1/25/1963 OD Right OS Left Records Edit Tools Help | Cirrus Op...

1/25/2017 Optic Disc Cube 200x200 (7) 5:29:34 PM
Macular Cube 512x128 (8) 5:28:59 PM

Optic Disc Cube 200x200 (6) 5:31:18 PM
Macular Cube 512x128 (9) 5:30:25 PM

ONH and RNFL OU Analysis
3D Visualization
En Face Analysis
Guided Progression Analysis

Signal Strength 7/10 Disc Center: (0.09, 0.06)mm

Signal Strength 6/10 Disc Center: (-0.57, -0.18)mm

	OD	OS
Average RNFL Thickness	105 µm	98 µm
RNFL Symmetry	94%	
Rim Area	1.28 mm ²	1.10 mm ²
Disc Area	1.70 mm ²	1.57 mm ²
Average C/D Ratio	0.50	0.56
Vertical C/D Ratio	0.48	0.56
Cup Volume	0.131 mm ³	0.188 mm ³

Neuro-retinal Rim Thickness

Sample: 122
 OD Thickness: 360 µm
 OS Thickness: 275 µm

Sample: 60
 OD Thickness: 165 µm
 OS Thickness: 142 µm

RNFL Clock Hours: 140 (OD), 119 (OS)

Transparency: 50%



3. Analyse des fibres nerveuses rétiniennes en OCT-SD

3.1. Interprétation du relevé OCT-SD

3.2. Limites

3.3. En pratique

L'acquisition volumétrique des FNR est indissociable de celle des paramètres de la TNO.

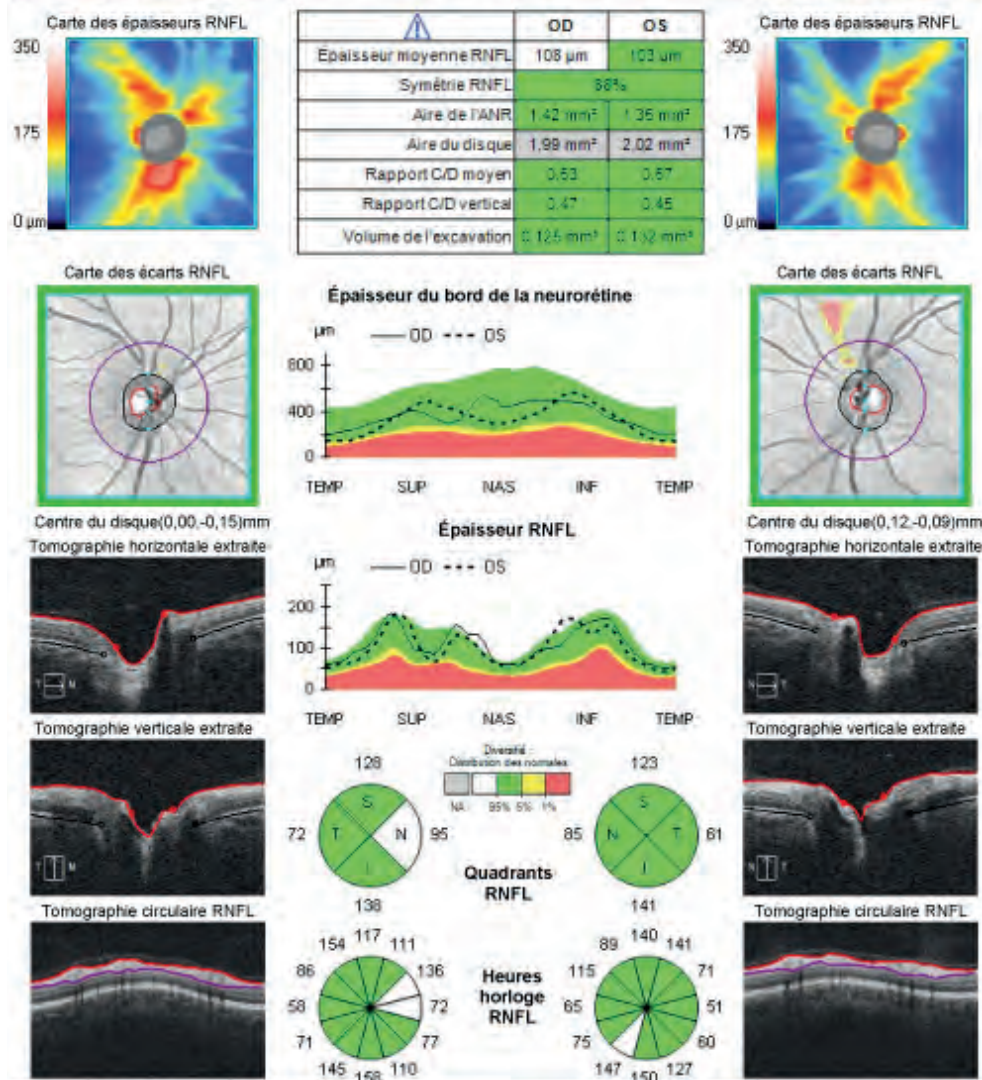
La lecture du relevé s'effectue de haut en bas et de gauche à droite en 8 étapes.

À la partie supérieure du relevé vérifier l'identité du patient, ainsi que sa date de naissance qui permet les analyses statistiques et la comparaison des résultats à ceux de sujets de même âge enregistrés dans la base normative de l'appareil.

Date de naissance: 26/09/1974 Heure de l'examen: 11:48 11:49
 Sexe: Féminin Numéro de série: 5000-2128 5000-2128
 Technicien: HIA Begin, Puissance du signal: 10/10 10/10

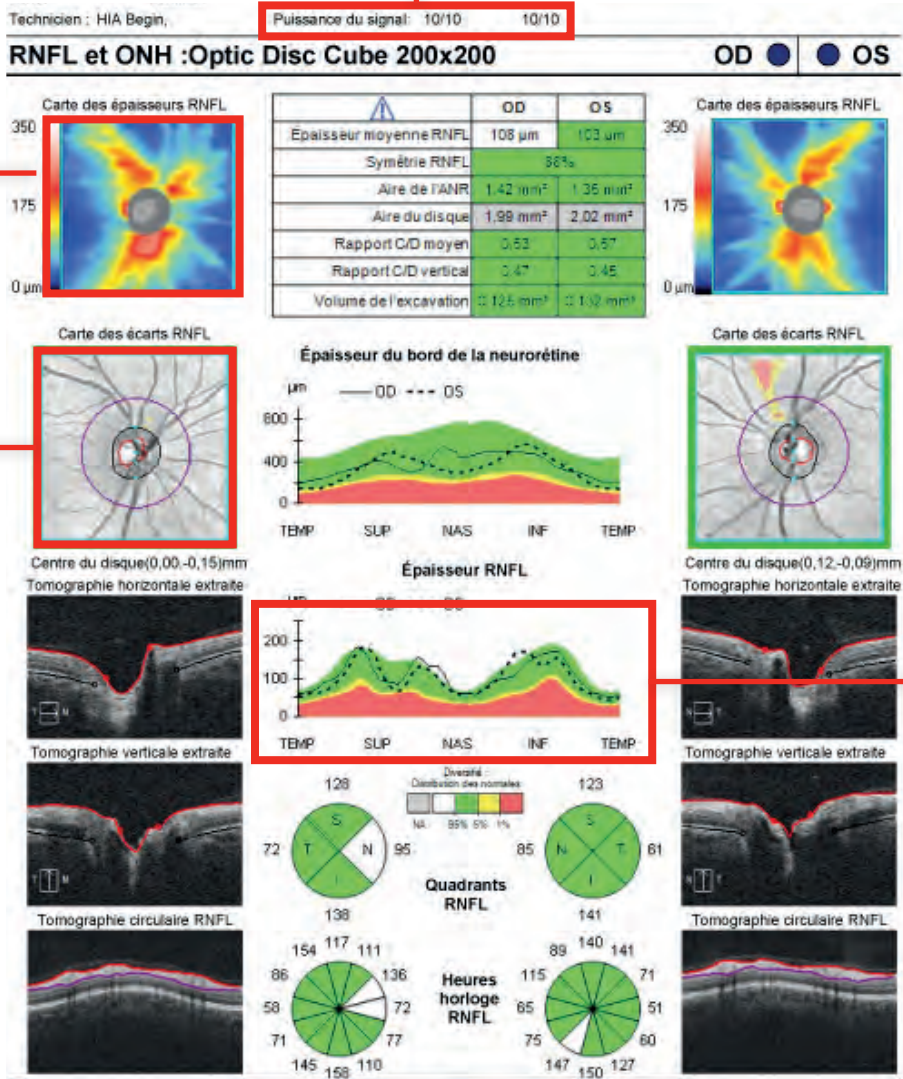
RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200

OD ● ● OS



Interprétation du relevé OCT-SD

- 1** La **puissance du signal (SS)** comme nous l'avons vu est un paramètre important à vérifier à nouveau. **OCT-SD Cirrus : $SS \geq 6$, Triton > 35 , XR Avanti > 30 , Spectralis > 15 , RS3000 et HS-100 > 7.0 .**
- 2** La **carte des épaisseurs** de la couche des FNR **sur l'ensemble de la surface du cube d'acquisition** donne sur un relevé normal un aspect en sablier ou en aile de papillon (jaune et rouge) où il est important de **rechercher une asymétrie entre les secteurs supérieur et inférieur ainsi qu'une zone déficitaire débutante périphérique** (encoche bleue dans les secteurs jaune-rouge) qui peut être décelée.
- 3** La **carte de déviation ou des écarts** de l'épaisseur de la couche des FNR, par rapport aux valeurs normales du sujet de même âge, met en évidence les points en dehors de l'intervalle de confiance défini à partir de la base de données normative (en jaune et en rouge). ***L'intérêt majeur de cette carte est de pouvoir détecter des anomalies en dehors du classique scan B RNFL péripapillaire de 3,46 mm de diamètre utilisé en tant que zone de référence pour l'évaluation de l'épaisseur de la couche des FNR.***
- 4** La représentation de **l'épaisseur de la couche des FNR**, mesurée au niveau de chaque scan-A du cercle de mesure péripapillaire, est une image en déroulé ou **« graphe TSNIT »** avec la distribution colorée des valeurs normales en fonction de l'âge du sujet par rapport à la base normative de l'OCT-SD utilisé. **L'analyse recherche une encoche localisée (déficit)** ou un aplatissement plus large (fréquent dans les dysversions papillaires).



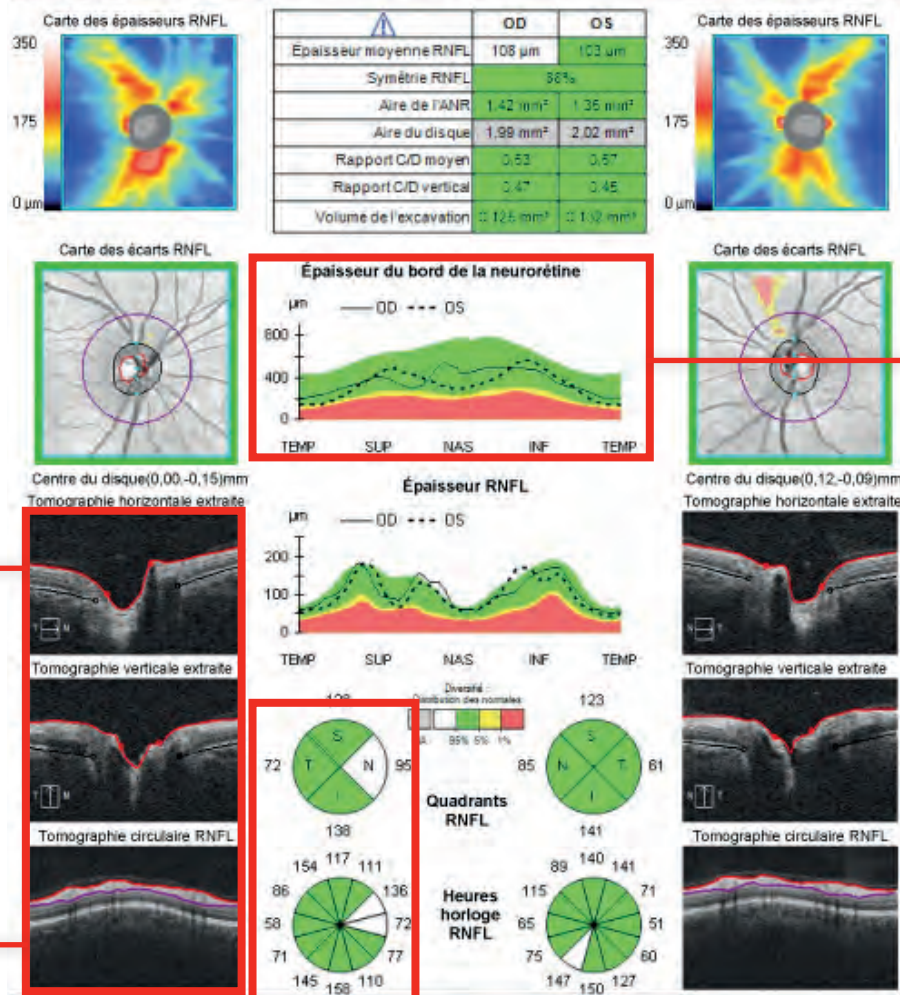
- 5** **Le graphe TSNIT du bord de l'anneau neurorétinien (ANR)** évalue le déroulé de l'épaisseur de l'ANR mesurée à partir des extrémités de la membrane de Bruch avec la distribution colorée des valeurs normatives en fonction de l'âge du sujet. **L'analyse recherche une encoche plus ou moins étendue (déficit).**

- 6** **Un scan B horizontal et un scan B vertical** agrandis permettent de vérifier la bonne localisation, par l'algorithme de l'OCT, des extrémités de la membrane de Bruch (noires) qui marquent les limites de la TNO, et des projections au niveau de la surface de la **limitante interne** (rouge) pour déterminer le bord de l'ANR.

- 7** Une attention particulière est portée aux valeurs de **l'épaisseur moyenne de la couche des FNR, à celles des quadrants supérieur et inférieur, ainsi qu'à celle d'au moins deux méridiens horaires contigus**, avec une représentation colorimétrique par rapport aux données de la base normative de l'OCT.

- 8** **Le déroulé du scan B circulaire extrait du cube papillaire, ainsi que les limites internes et externes de la couche des FNR**, constituent un important critère de fiabilité pour vérifier le bon centrage dans la fenêtre d'acquisition et la qualité de la segmentation des couches rétinienne par l'algorithme en cas d'anomalie sur le relevé. Il permet de rechercher une erreur de segmentation ou une baisse de signal localisée malgré une bonne puissance du signal (SS).

RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200 OD ● ● OS



6

8

5

7

Interprétation du relevé OCT-SD

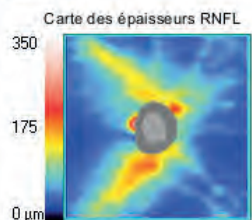
Technicien : Utilisateur Cirrus,

Puissance du signal: 10/10

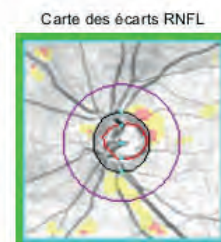
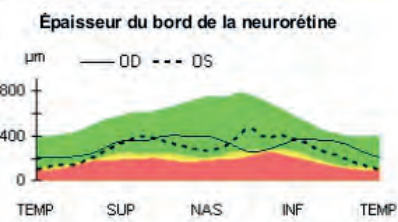
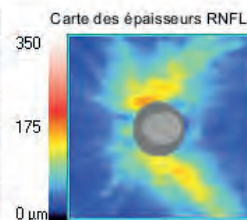
9/10

RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200

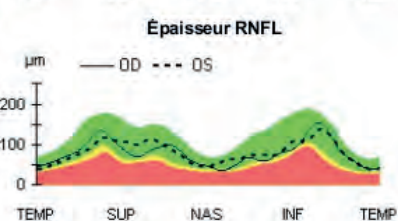
OD ● ● OS



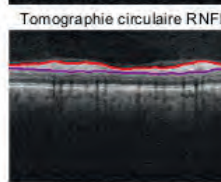
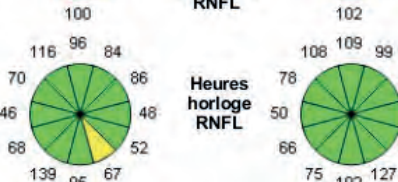
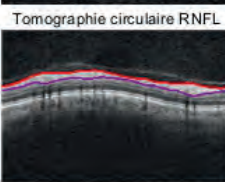
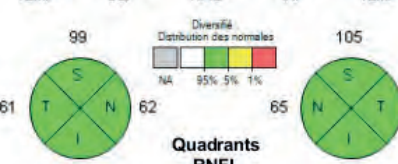
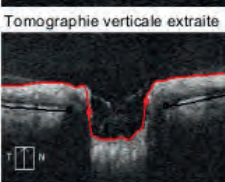
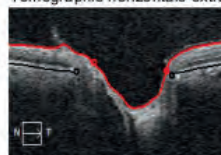
	OD	OS
Épaisseur moyenne RNFL	81 µm	82 µm
Symétrie RNFL	89%	
Aire de l'ANR	1.25 mm ²	1.31 mm ²
Aire du disque	1.91 mm ²	2.36 mm ²
Rapport C/D moyen	0.60	0.67
Rapport C/D vertical	0.59	0.58
Volume de l'excavation	0.283 mm ³	0.456 mm ³



Centre du disque(-0,09,0,00)mm
Tomographie horizontale extraite



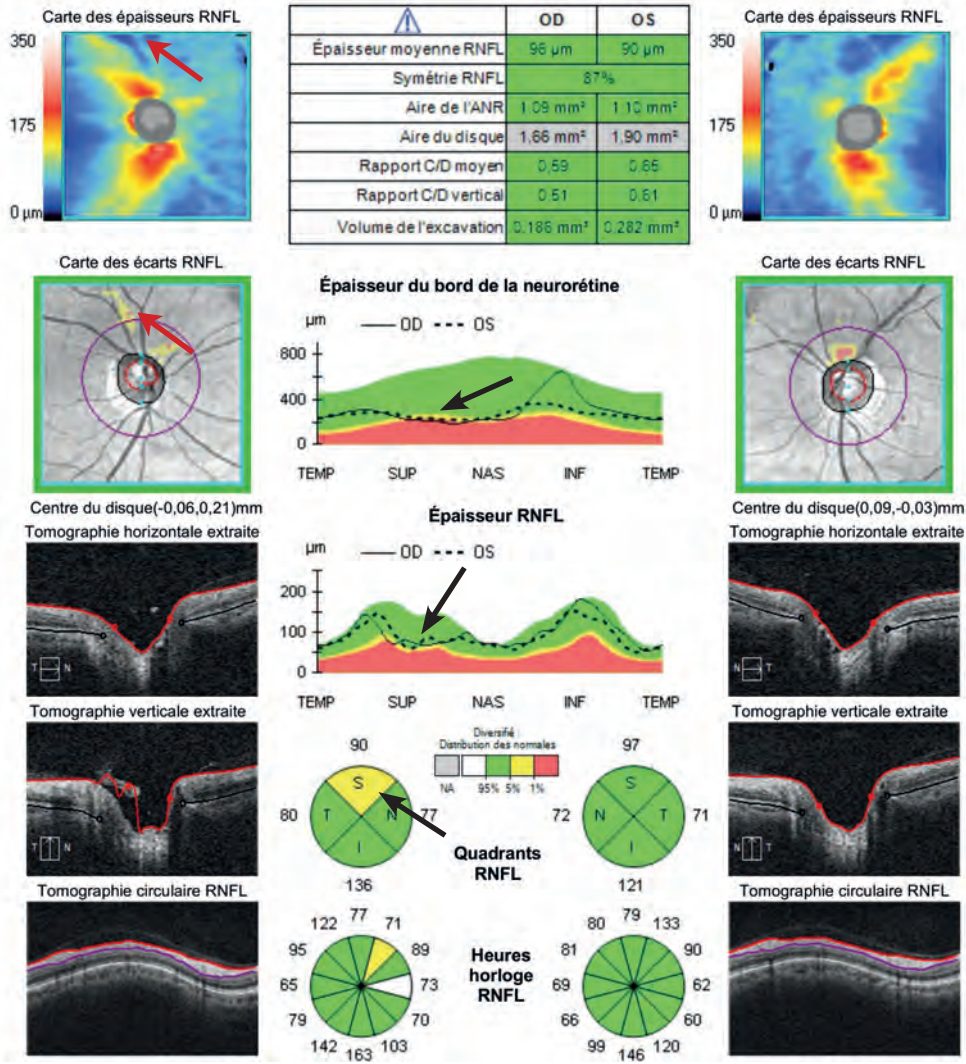
Centre du disque(-0,09,-0,03)mm
Tomographie horizontale extraite



Relevé OCT-SD sans déficit décelable de la couche des FNR.

RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200

OD ● ● OS



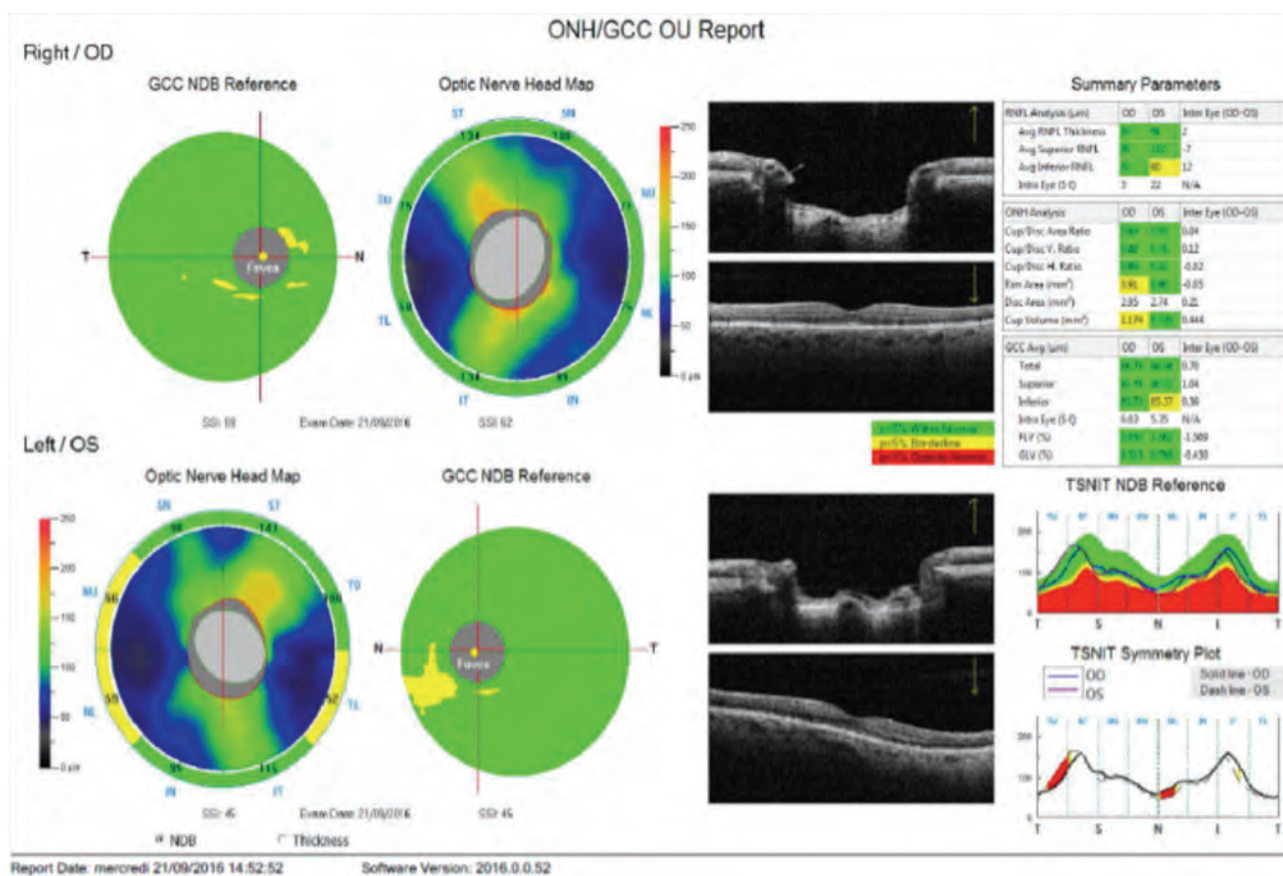
Suspicion d'un déficit débutant supérieur de l'OD sur la carte des épaisseurs, la carte des écarts, le déroulé TSNIT des FNR et de l'ANR ainsi que sur l'épaisseur des FNR du quadrant supérieur. À confronter avec l'analyse clinique du fond d'œil et du champ visuel car ici la papille légèrement dysversique peut également expliquer ce discret amincissement supérieur.

Interprétation du relevé OCT-SD

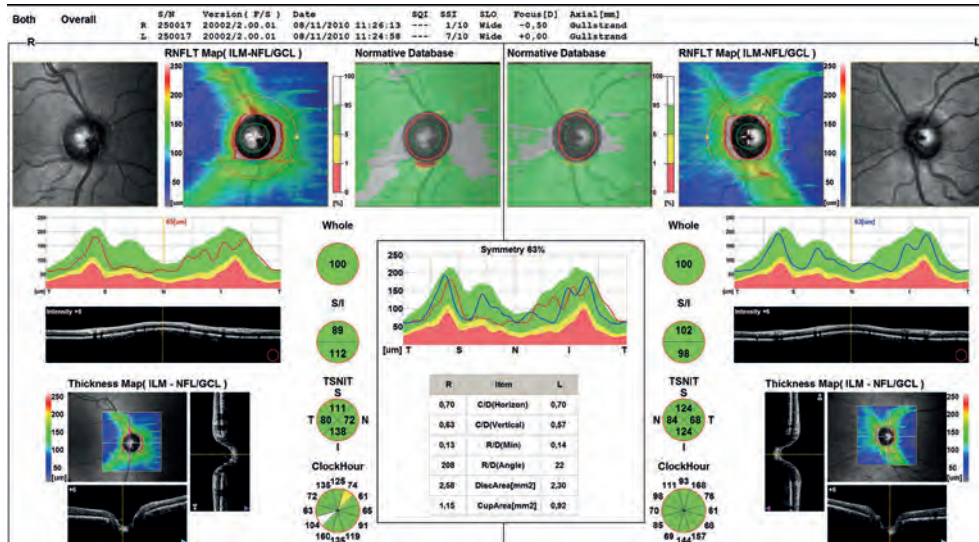
Les relevés de l'analyse des FNR par les différents OCT-SD rapportent des cartes et graphes similaires.

Les cartes des épaisseurs de la couche des FNR sur les acquisitions volumétriques doivent faire l'objet d'une analyse attentive pour détecter les déficits au-delà de la classique zone d'analyse de 3,4 mm de diamètre.

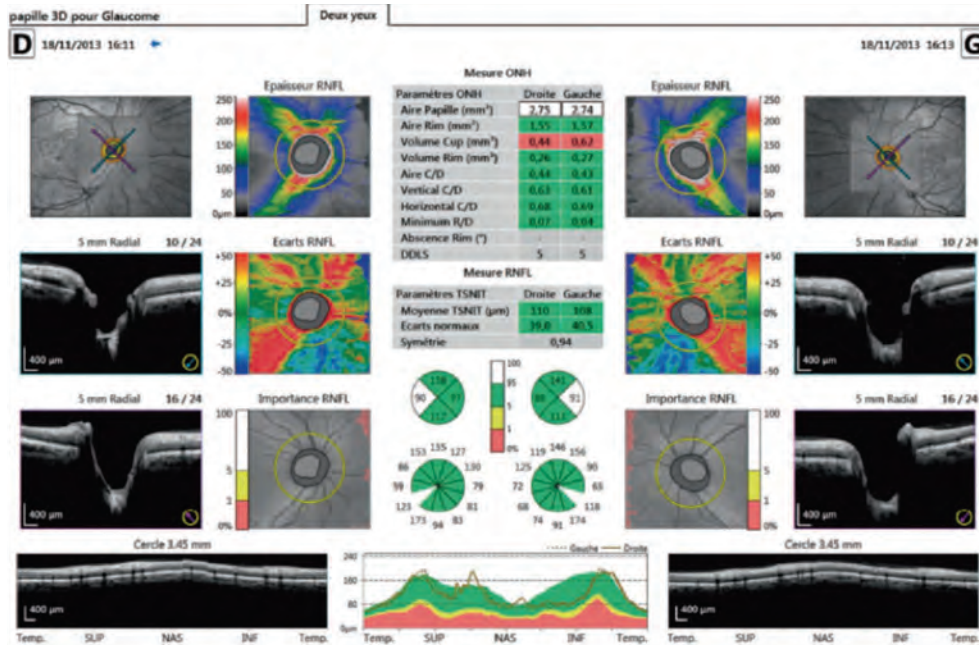
RELEVÉ NORMAL OCT-SD XR Avanti



RELEVÉ NORMAL NIDEK RS 3000



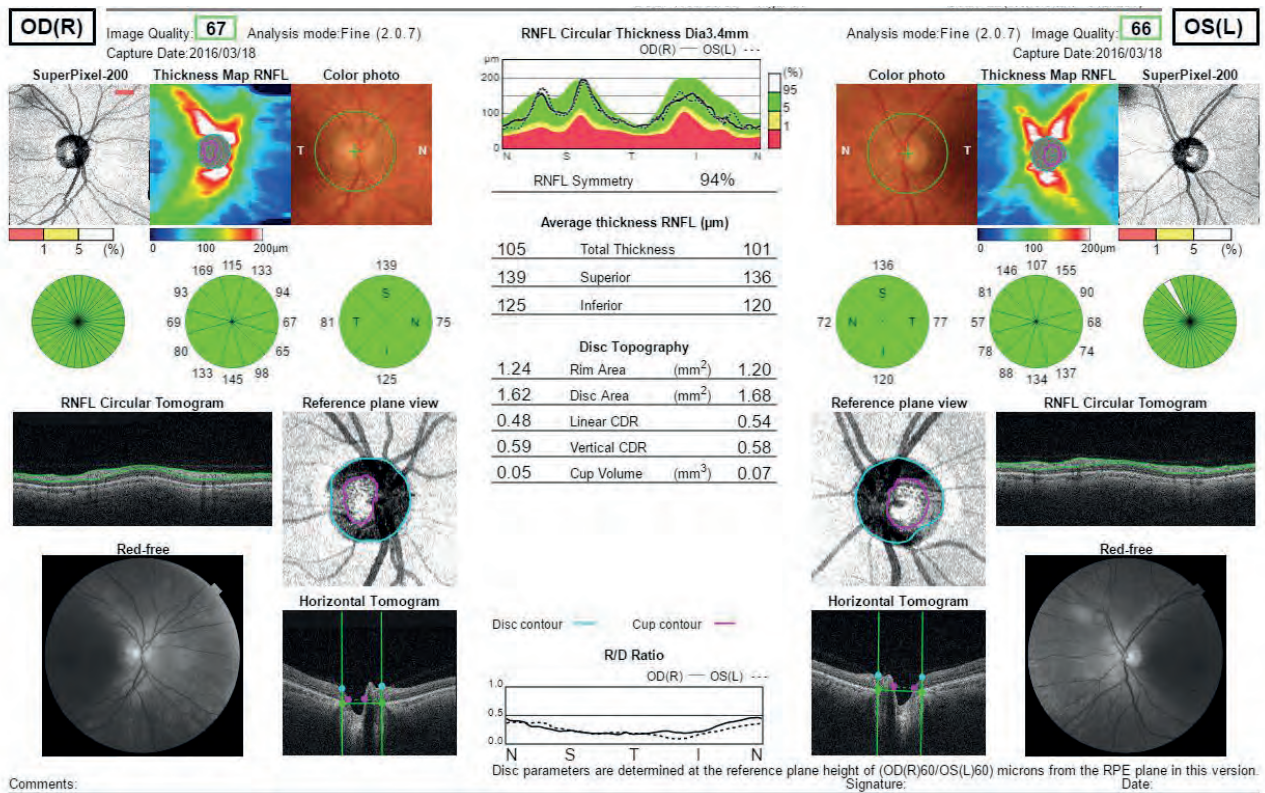
RELEVÉ NORMAL OCT-SD HS 100 CANON



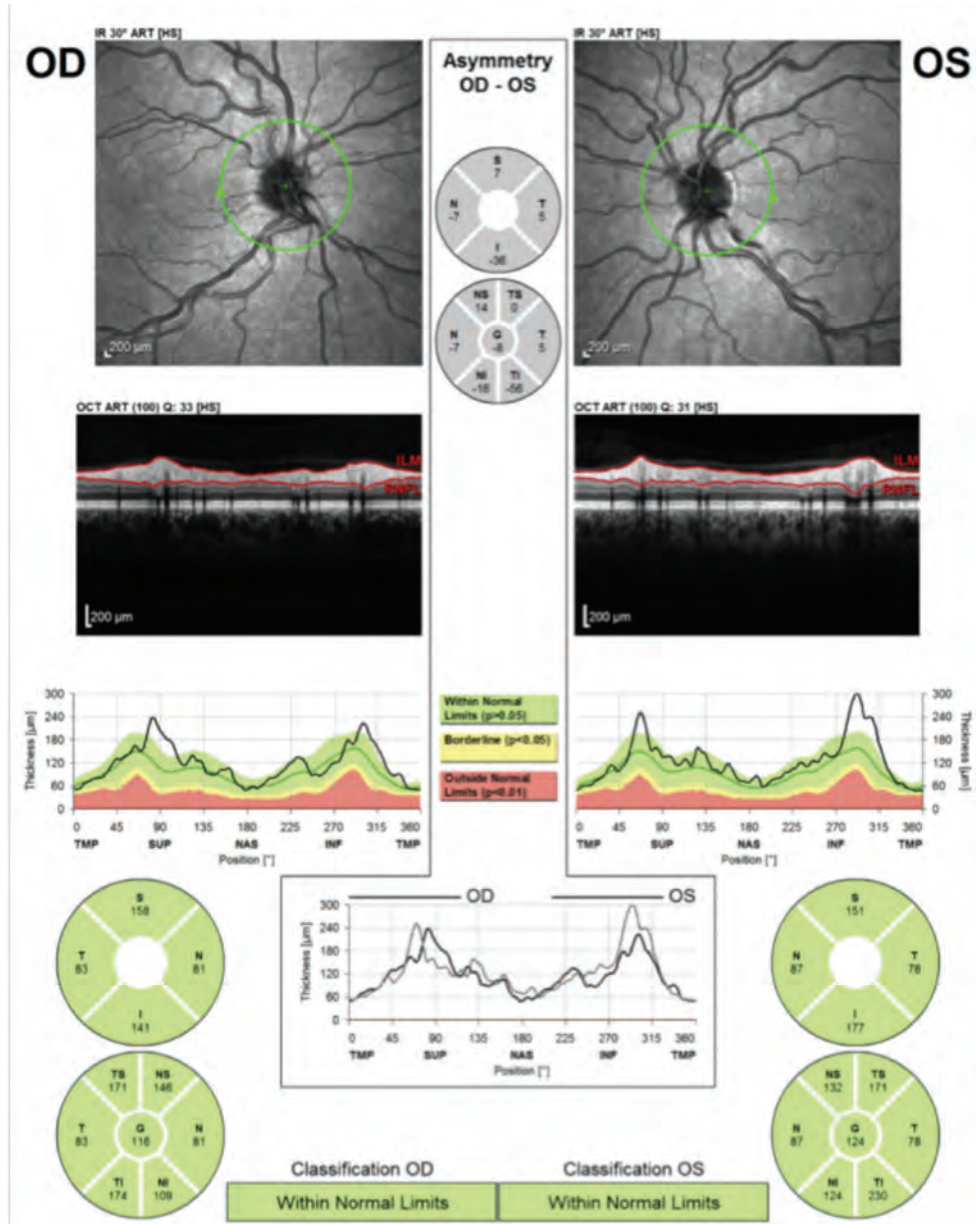
Interprétation du relevé OCT-SD

Les relevés de l'analyse des FNR par les différents OCT-SD rapportent des cartes et graphes similaires.

RELEVÉ NORMAL OCT-SD TRITON - TOPCON



RELEVÉ NORMAL OCT-SD SPECTRALIS HEIDELBERG



ÉPAISSEUR MOYENNE DES FNR

Caucasiens : 98 μm (± 11)

Hispaniques : 103 μm (± 12)

Asiatiques (petit nombre) : 105 μm (± 9)

Perte ≈ 2 μm par décennie

CONSIDÉRER

Taille du disque optique (DO)

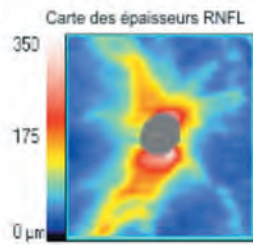
La mesure de l'épaisseur de la couche des FNR à 3,4 mm du centre du DO sera plus fine en cas de DO de petit diamètre, car elle se fera dans une zone où les FNR sont plus étalées, et plus importante en cas de DO de grand diamètre, car elle sera plus proche du bord du DO où les FNR sont plus concentrées en épaisseur.

Grandes longueurs axiales (LA)

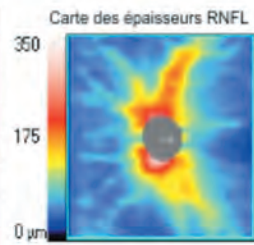
Une augmentation de 1 mm de la longueur axiale s'accompagne d'une réduction de 2,2 μm de l'épaisseur des FNR.

RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200

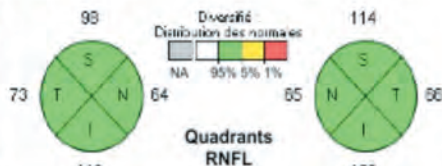
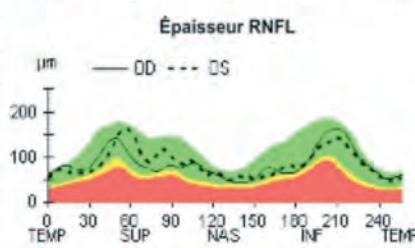
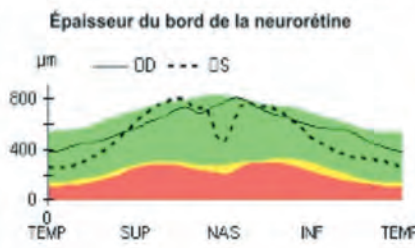
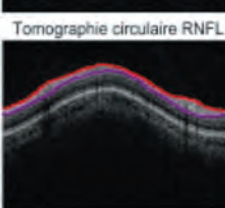
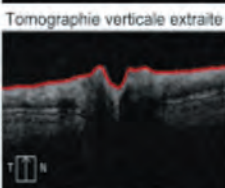
OD ● ● **OS**



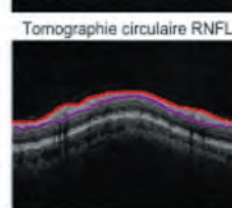
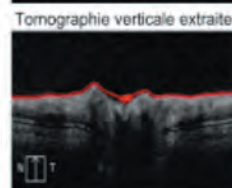
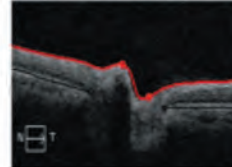
	OD	OS
Épaisseur moyenne de la RNFL	85 µm	97 µm
Symétrie RNFL	E1%	
Aire de l'ANR	1,31 mm ²	1,29 mm ²
Aire du disque	1,33 mm ²	1,37 mm ²
Rapport C/D moyen	0,12	0,23
Rapport C/D vertical	0,10	0,18
Volume de l'excavation	0,005 mm ³	0,011 mm ³



Centre du disque(0,00,0,12)mm
Tomographie horizontale extraite

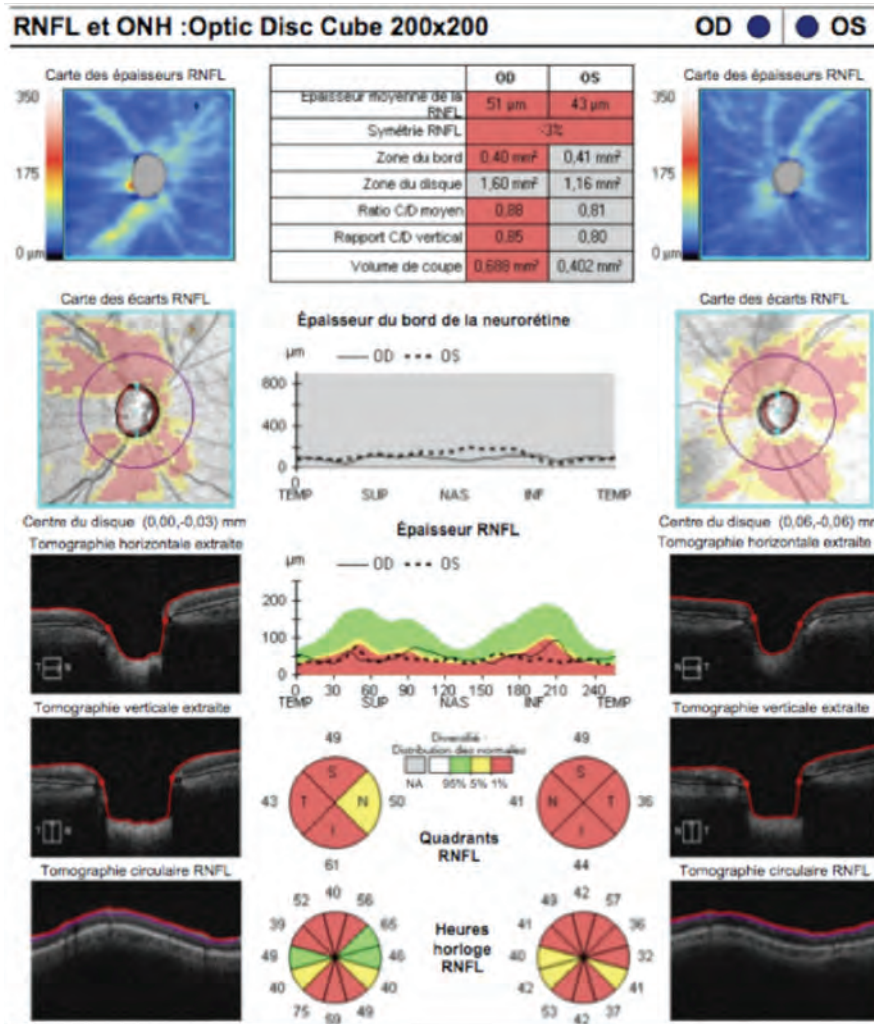
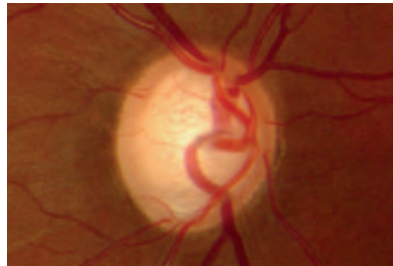


Centre du disque(0,03,0,00)mm
Tomographie horizontale extraite



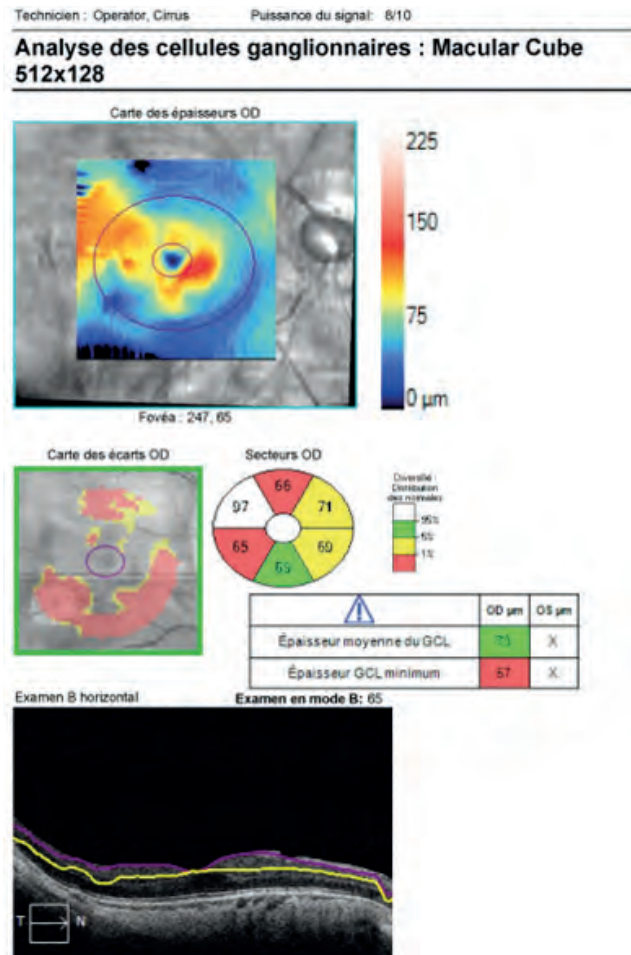
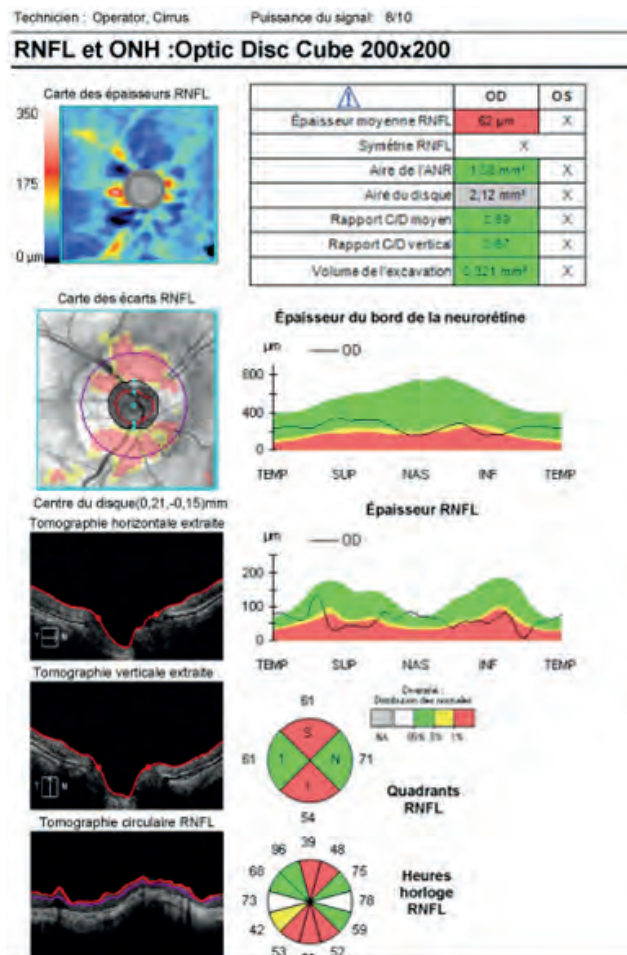
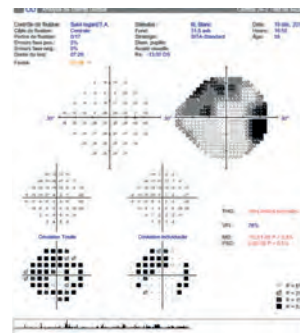
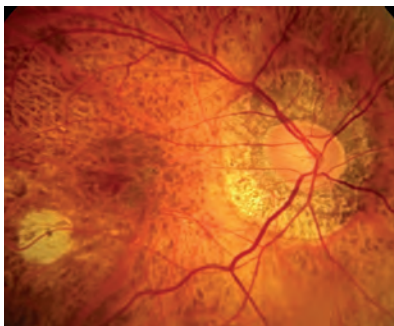
Glaucome sévère

Absence de couche des FNR à zéro car persistance de tissu glial résiduel (≈ 30 à $40 \mu\text{m}$) : le suivi de la progression des FNR péripapillaires devient impossible par OCT-SD dans les glaucomes évolués.



En cas de myopie forte, ici de -15D, le relevé de l'analyse des FNR péripapillaires est souvent perturbé par la présence d'un staphylome important et/ou de lésion de choroïdose myopique. L'analyse du GCC doit dans ces cas être privilégiée, en l'absence de lésion maculaire myopique.

L'OCT-SD RS 3000 est le seul OCT-SD à avoir développé une base normative d'analyse des relevés pour les fortes myopies avec des longueurs axiales comprises entre 26 et 31 mm.



EN PRATIQUE

Limites

Connaître la qualité d'acquisition (SS)

Artéfacts (troubles des milieux, corps flottants, saccades...)

Atrophie péripapillaire, myopes...

Effet plancher des glaucomes évolués

Prudence

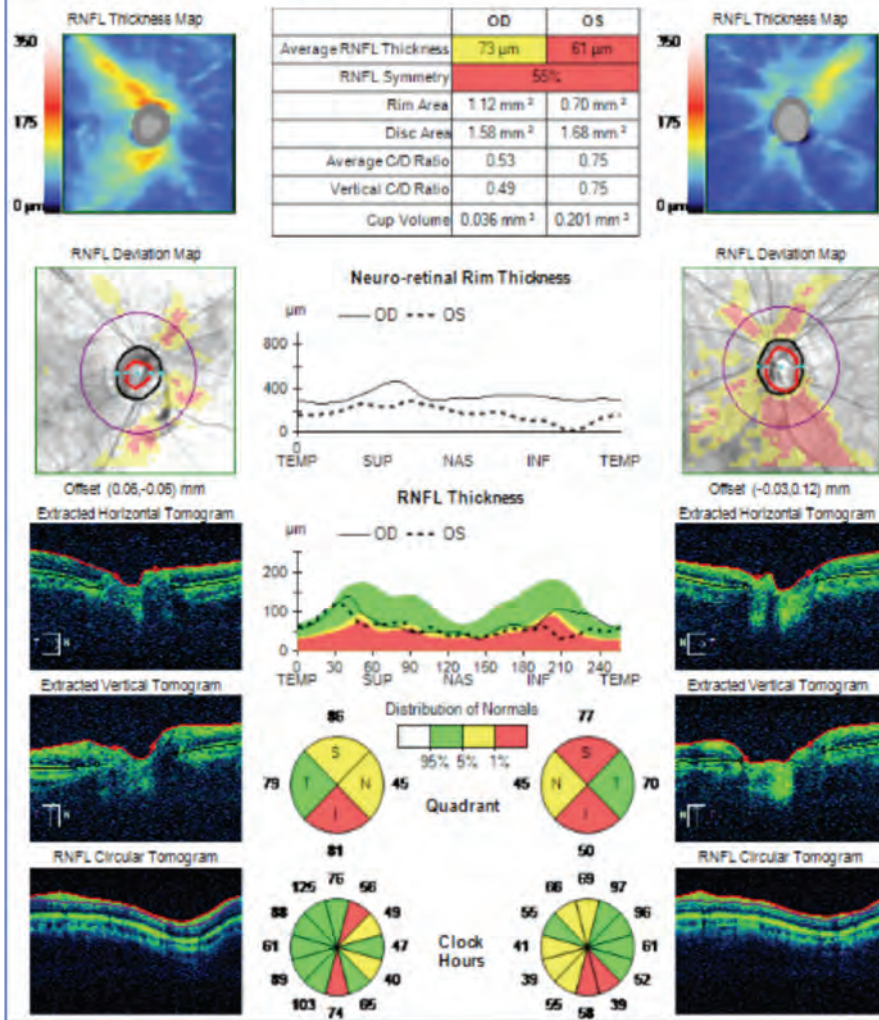
Interprétation colorée

Taille du disque optique : Petit, grand DO

Confronter avec la clinique et les examens para-cliniques : CV...

RNFL and ONH: Optic Disc Cube 200x200

OD ● OS



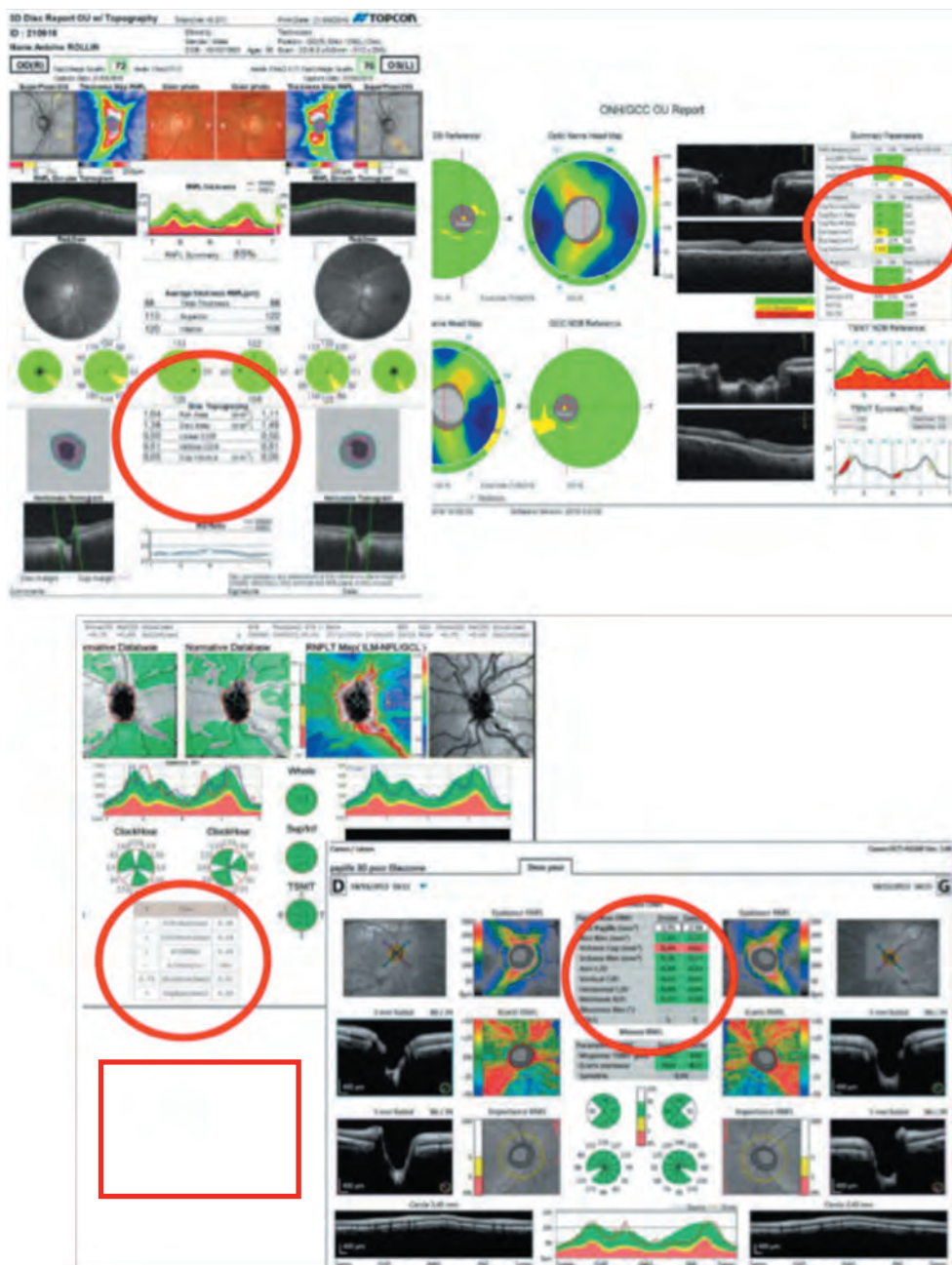


4. Analyse de la tête du nerf optique en OCD-ST

- 4.1. Interprétation**
- 4.2. Un nouvel indice**
- 4.3. En pratique**

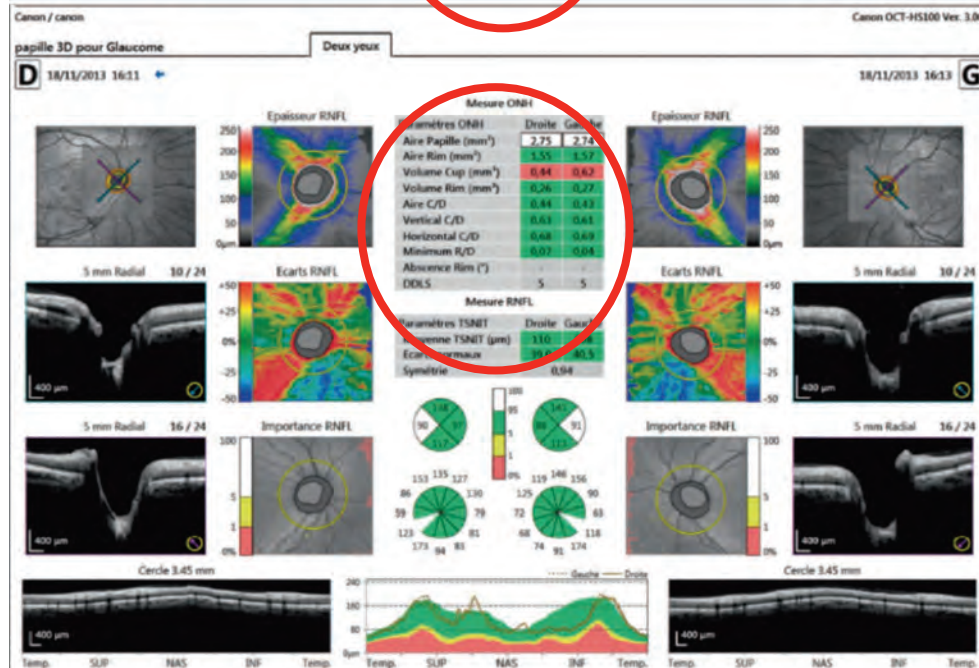
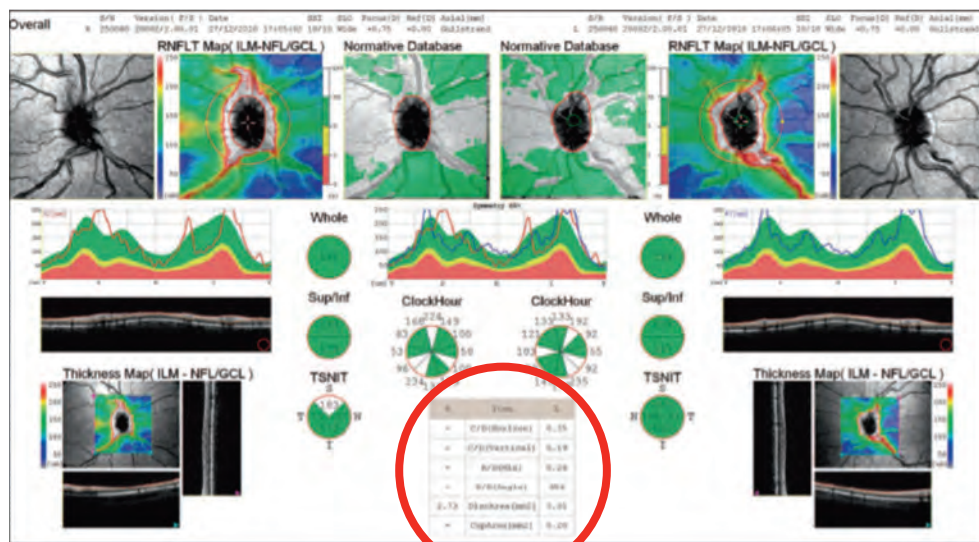
Interprétation

L'acquisition volumétrique de la TNO en OCT-SD est associée à celle des FNR. Parmi les divers indices du relevé, il est difficile au stade de glaucome précoce d'identifier un paramètre OCT optimal, en raison des multiples variations anatomiques interindividuelles de la TNO et du type de lésion initiale du disque optique. L'analyse des paramètres doit prendre en compte l'aspect clinique du disque optique et présente un plus grand intérêt pour le suivi de l'évolution une fois le diagnostic de glaucome établi.



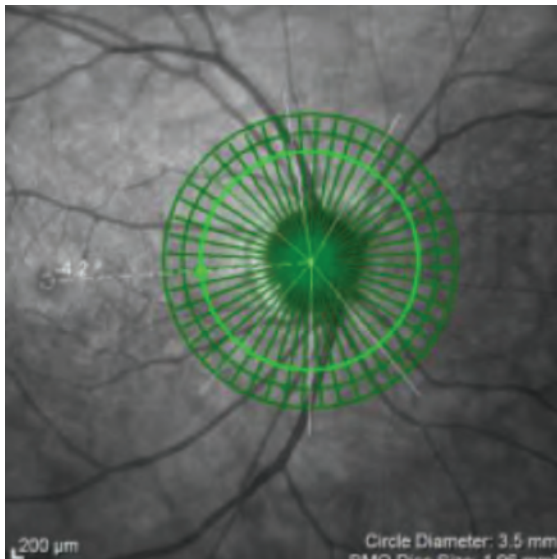
Les paramètres rapportés comme étant les plus discriminants à ce jour en OCT-SD au niveau de la TNO sont :

- l'aire de l'ANR,
- et le rapport C/D vertical.

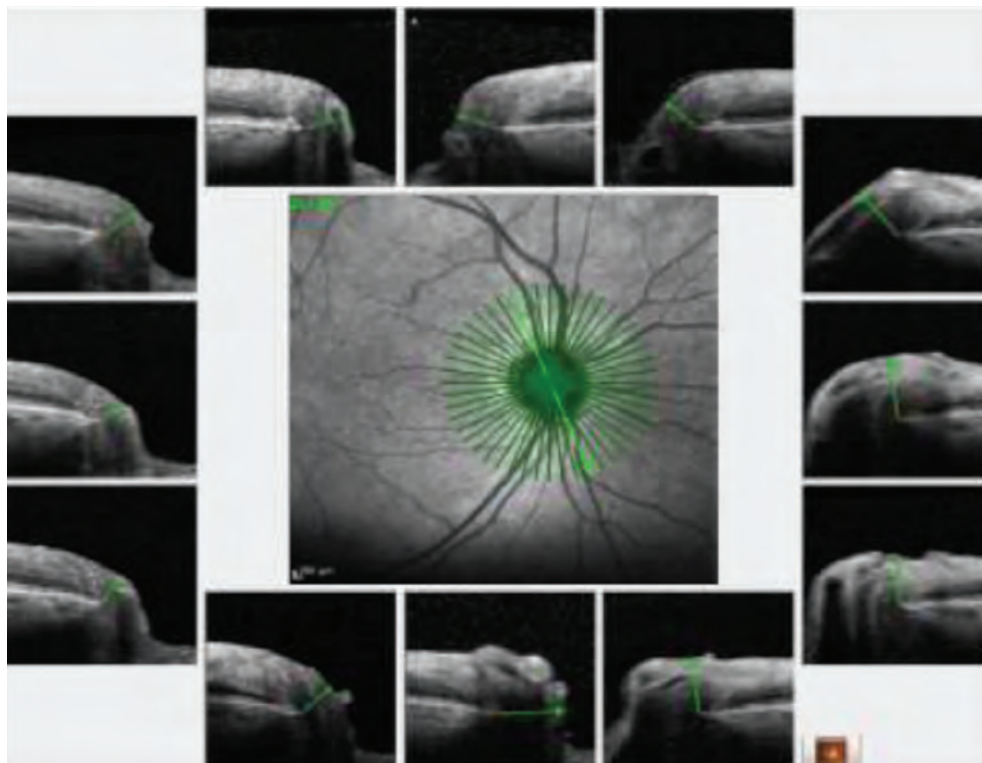


Un nouvel indice

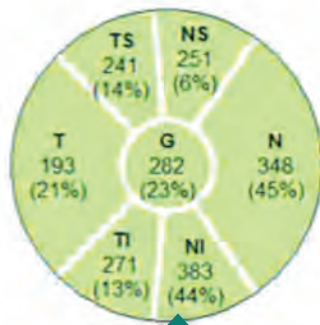
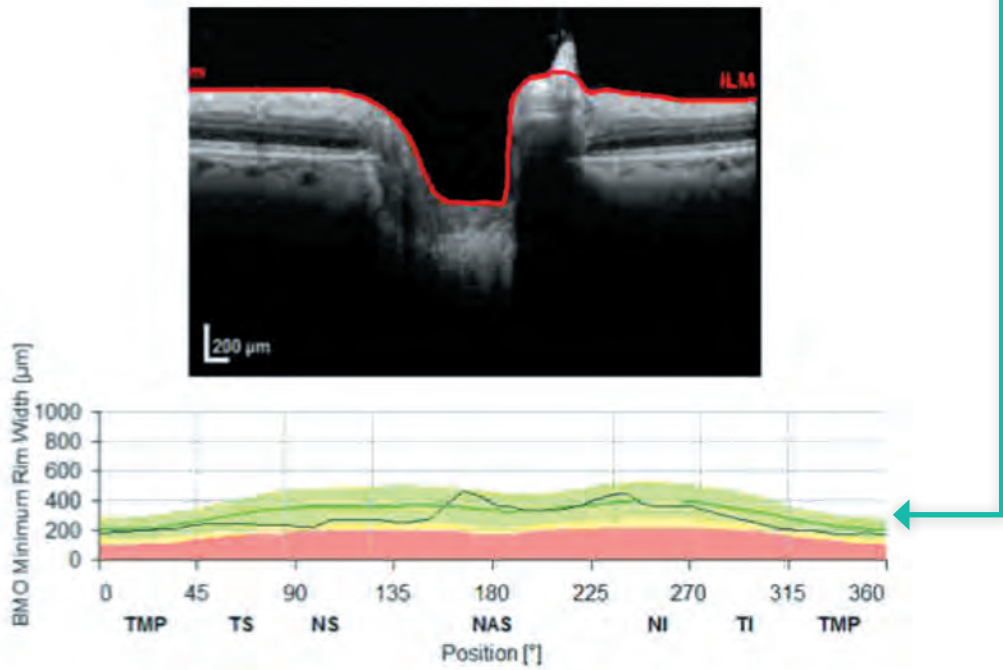
Un nouvel indice de la TNO est disponible sur l'OCT-SD Spectralis : le MRW-BMO, correspondant à la largeur minimale de l'ANR au niveau de l'ouverture de la membrane de Bruch (MB).



24 scans radiaires centrés sur la TNO localisent les extrémités de la MB en 48 points à partir desquels est déterminée au niveau de chacun la largeur minimale de l'ANR définissant l'indice « MRW - BMO ».



Représentation en déroulé de l'épaisseur minimale de l'ANR (MRW) au niveau des extrémités de la MB à la TNO avec analyse en fonction des sujets de même âge de la base normative.



Classification MRW

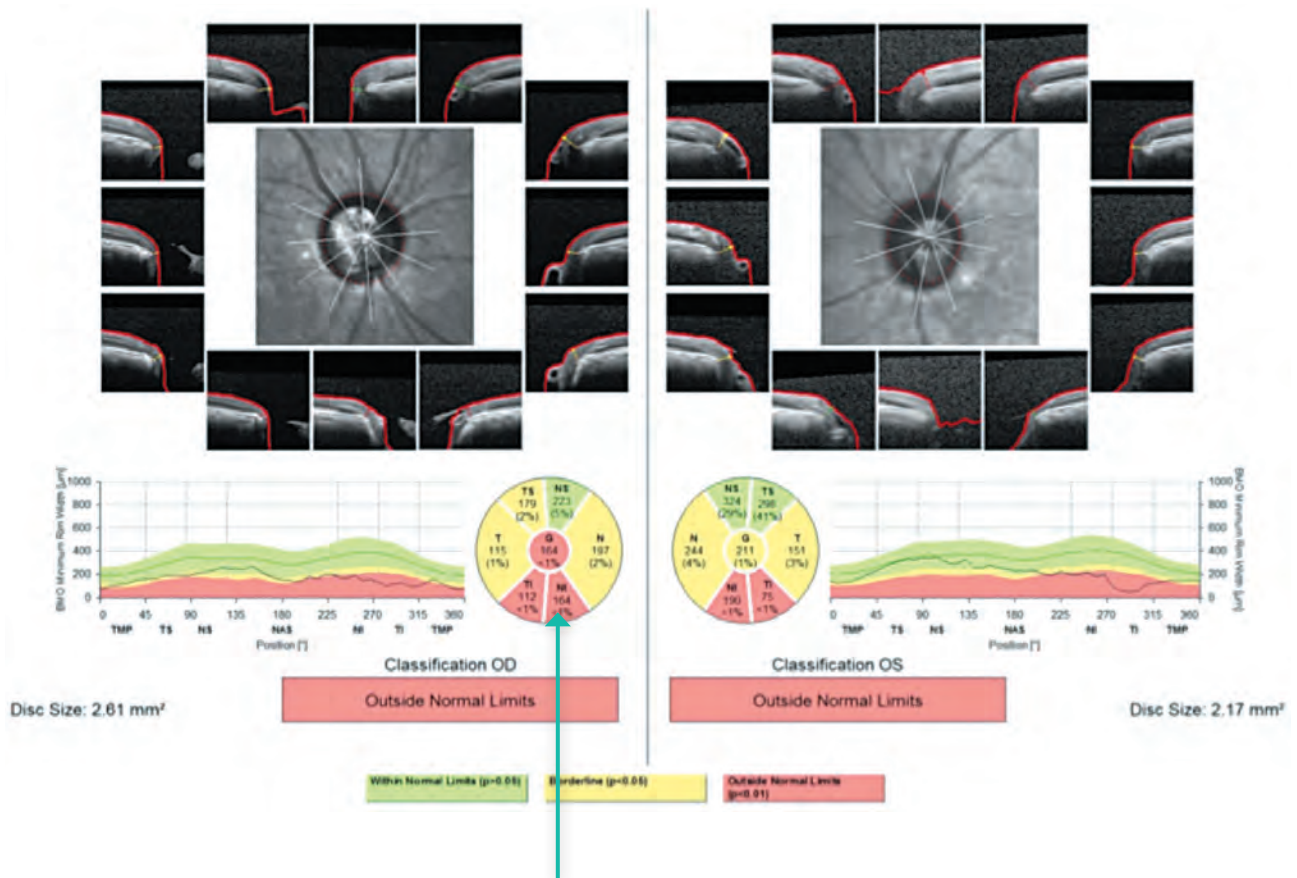
Within Normal Limits

Within Normal Limits ($p > 0.05$)

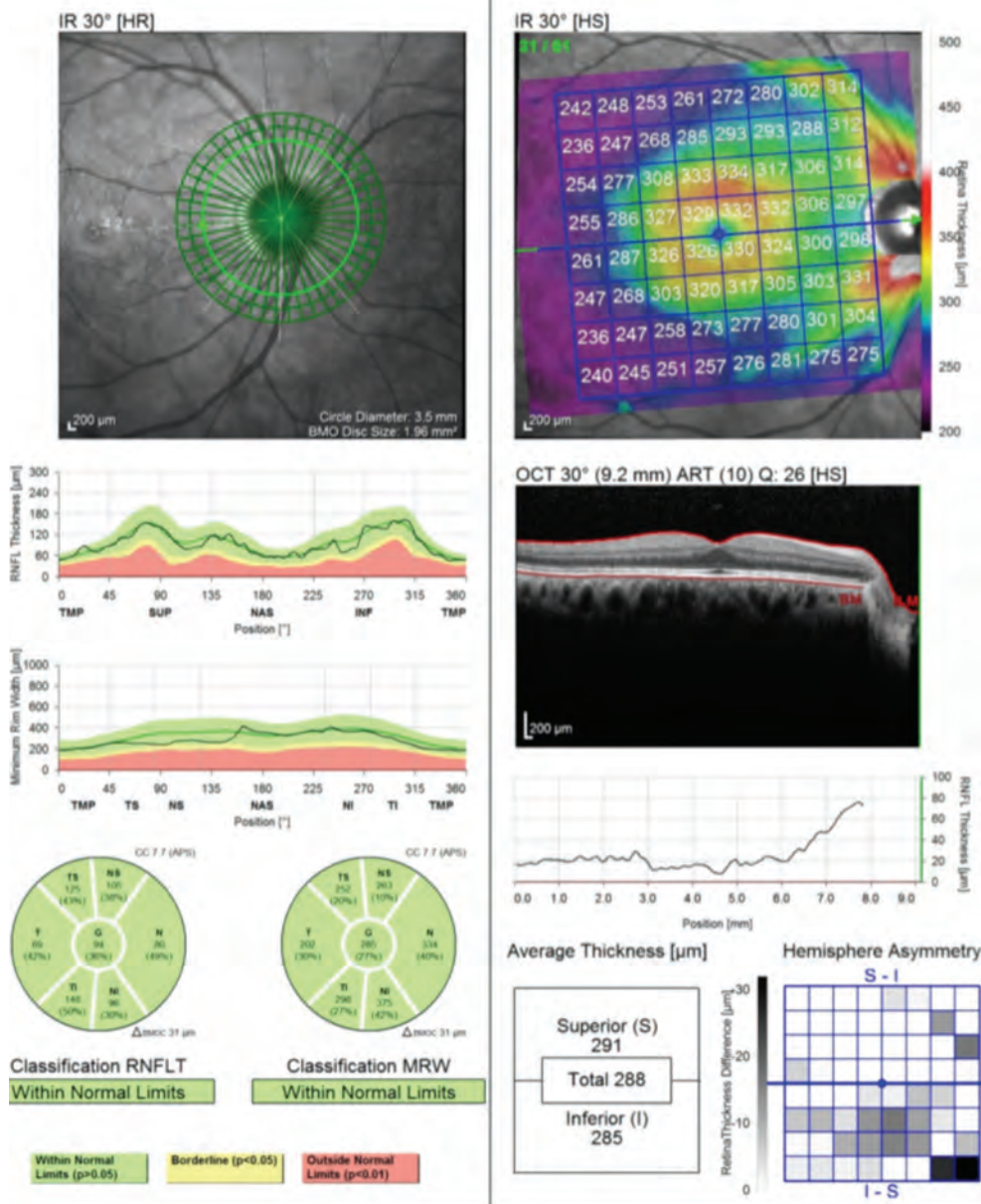
Borderlin

Évaluation de la valeur de l'indice moyen (G) et dans les 6 secteurs de la TNO avec analyse comparative des résultats à la base normative.

Un nouvel indice



Haute sensibilité diagnostique de la valeur de l'indice moyen (G) et de celle du secteur temporel inférieur dans les stades débutants en analyse comparative des résultats à ceux de la base normative.



Relevé de l'analyse des FNR et de l'indice MRW de la TNO en OCT-SD Spectralis.

EN PRATIQUE

Limites

Dysversions, drusen...

Dysmorphie papillaire

Myopie forte

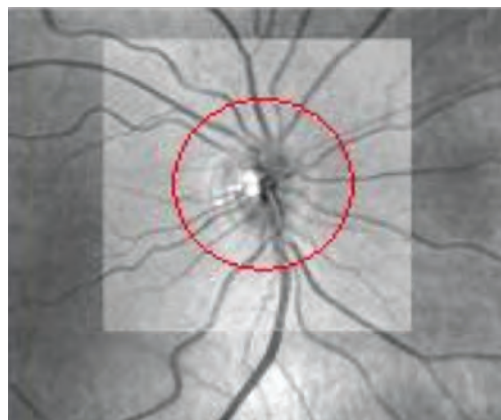
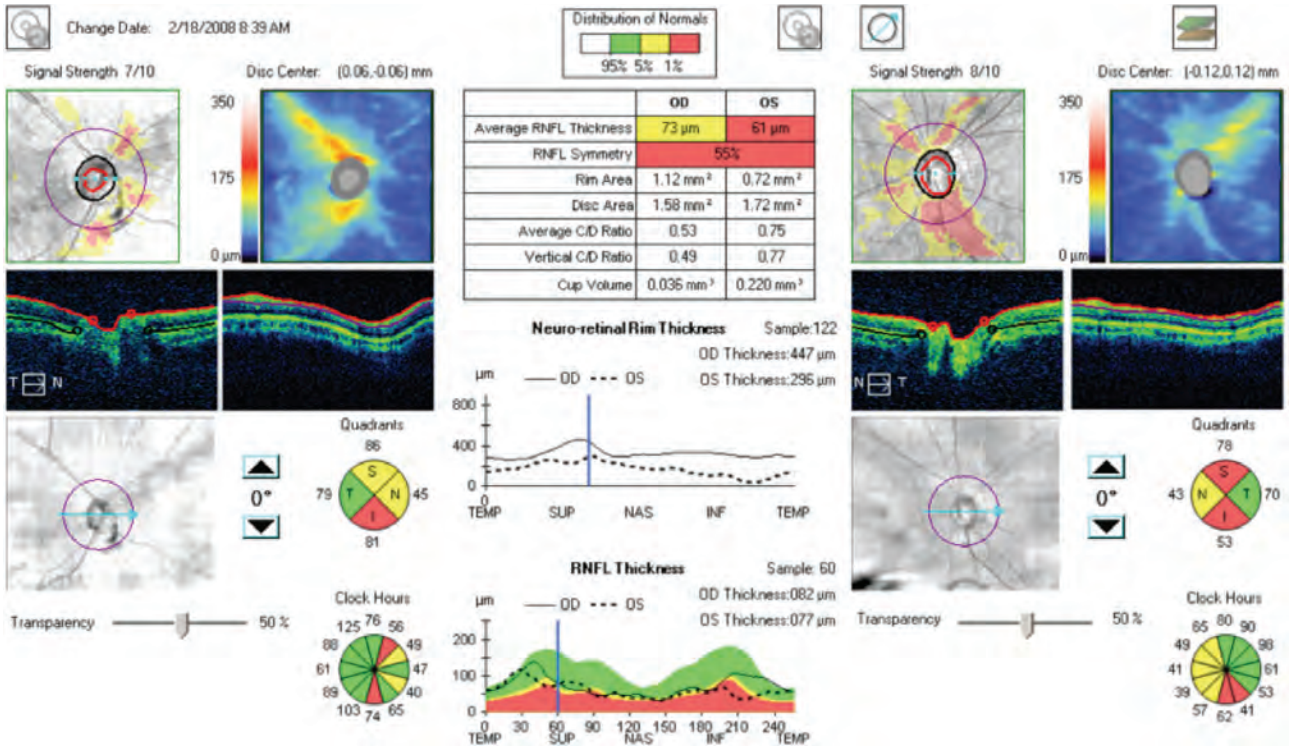
Prudence

Asymétrie d'atteinte OD/OG = Signe d'appel

Petit, grand DO

Paramètres fiables : RA, c/d vertical

Moins pertinent que l'analyse des FNR et du GCC pour le diagnostic précoce





5. Analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire

5.1. Différentes analyses selon les OCT-SD

5.2. Interprétation

5.3. Indices complémentaires

5.4. Cartographie des déficits maculaires mieux connue

5.5. En pratique

La fréquence des lésions glaucomateuses maculaires précoces, identique à celle des lésions extra-maculaires, justifie l'étude du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire ou GCC qui représente la plus forte concentration de cellules ganglionnaires sur les 8° fovéolaires centraux environ, avec une structure maculaire relativement constante, simple avec moins de variabilité anatomique (pente maculaire) que les autres structures analysées en OCT (couche des FNR et TNO).

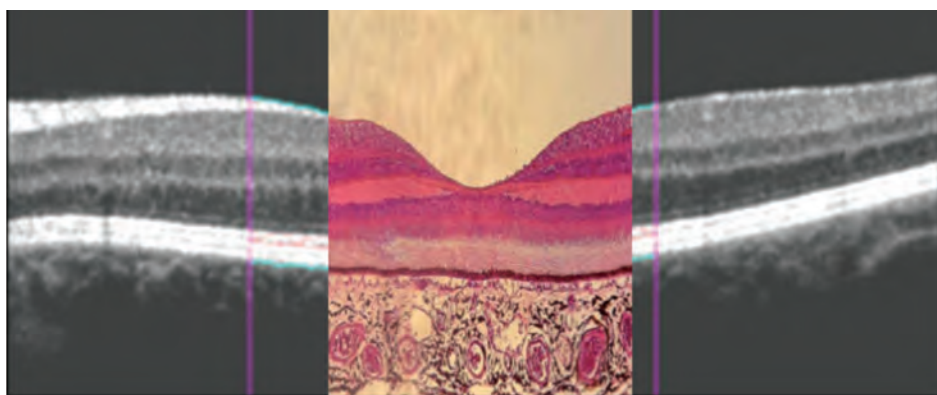
Le complexe GCC regroupe les 3 couches les plus internes de la rétine :

- couche des FNR,
- couche des cellules ganglionnaires (CGR),
- et couche de la plexiforme interne (IPL).

Le complexe GCC offre l'avantage d'une imagerie relativement invariable de la rétine centrale, évitant l'effet confondant de la variabilité du disque optique.

Tous les OCT-SD ont un programme d'analyse du GCC mais les programmes d'acquisition et les différents algorithmes d'analyses des images et des données acquises sont spécifiques à chaque type d'OCT-SD.

Chaque OCT-SD dispose d'un programme d'analyse soit de l'ensemble des couches du GCC, soit de seulement 2 couches, soit de chacune des couches du complexe.



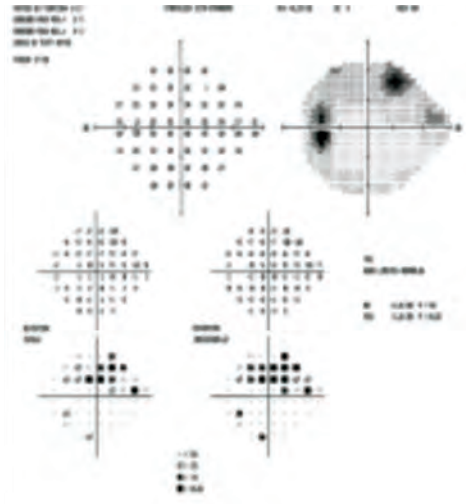
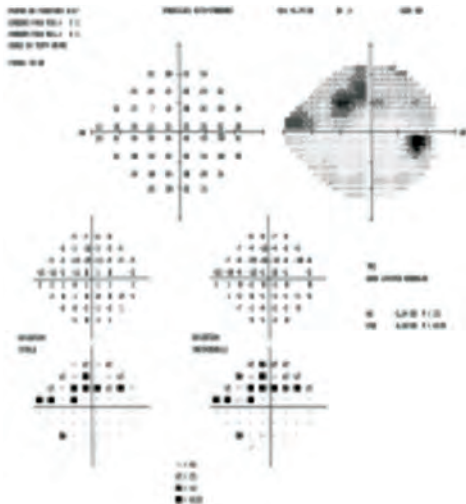
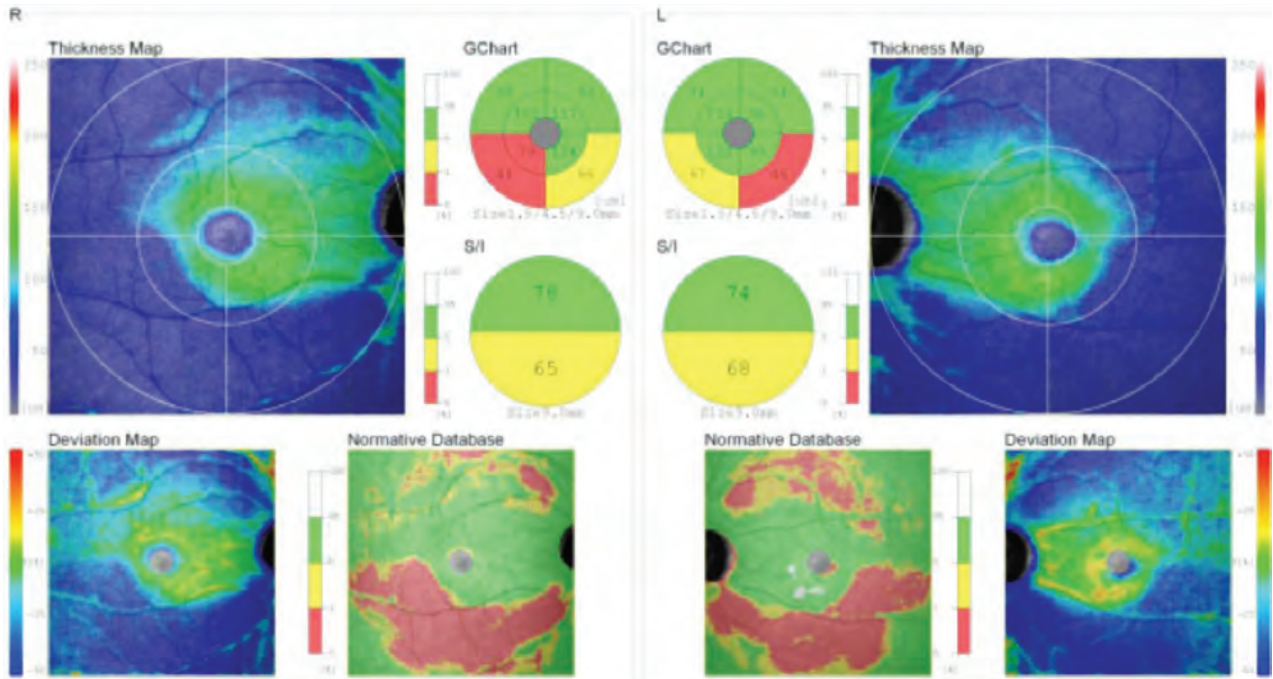
**FNR,
CGR,
PLEXIFORME INTERNE**

OCT-SD RS 3000 Nidek

Analyse globale des 3 couches du GCC : FNR, CGR, Plexiforme interne

L'OCT-SD RS 3000 Nidek analyse les 3 couches du GCC, sur un large cube d'acquisition de 9 x 9 mm, avec ici une atteinte maculaire inférieure, prédominante dans le secteur temporal inférieur, bien corrélée avec l'atteinte fonctionnelle dans le territoire de Bjerrum supérieur des champs visuels, chez un patient de 70 ans suivi et traité pour GPAO par une bithérapie.

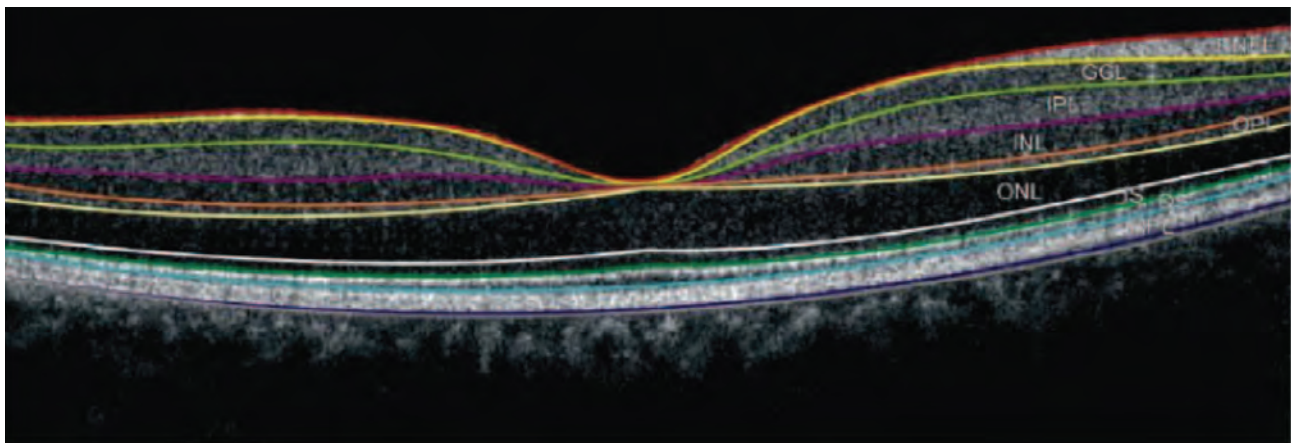
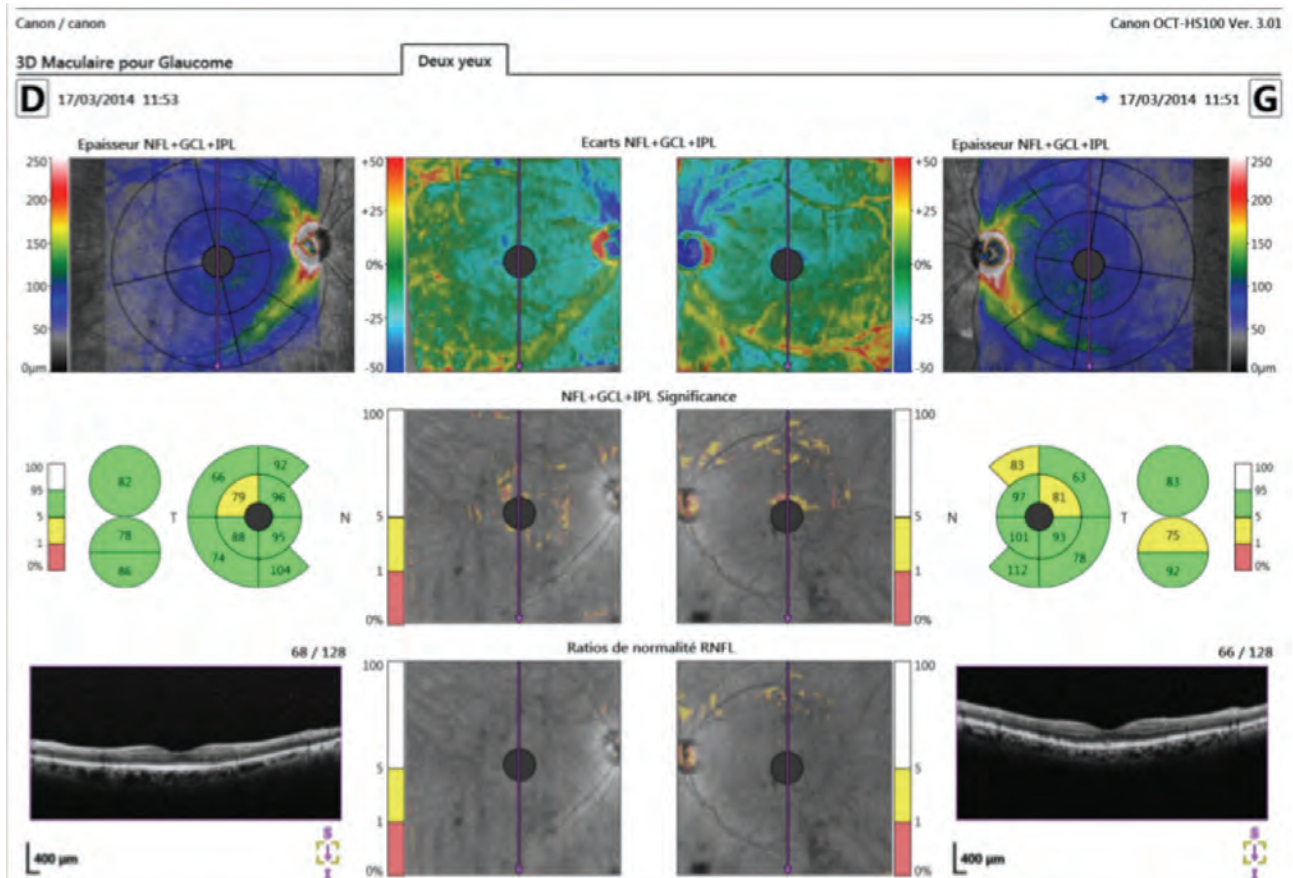
GPAO DÉBUTANT



Différentes analyses selon les OCT-SD

OCT-SD Canon HS-100

Analyse globale des 3 couches du GCC : FNR, CGR, Plexiforme interne

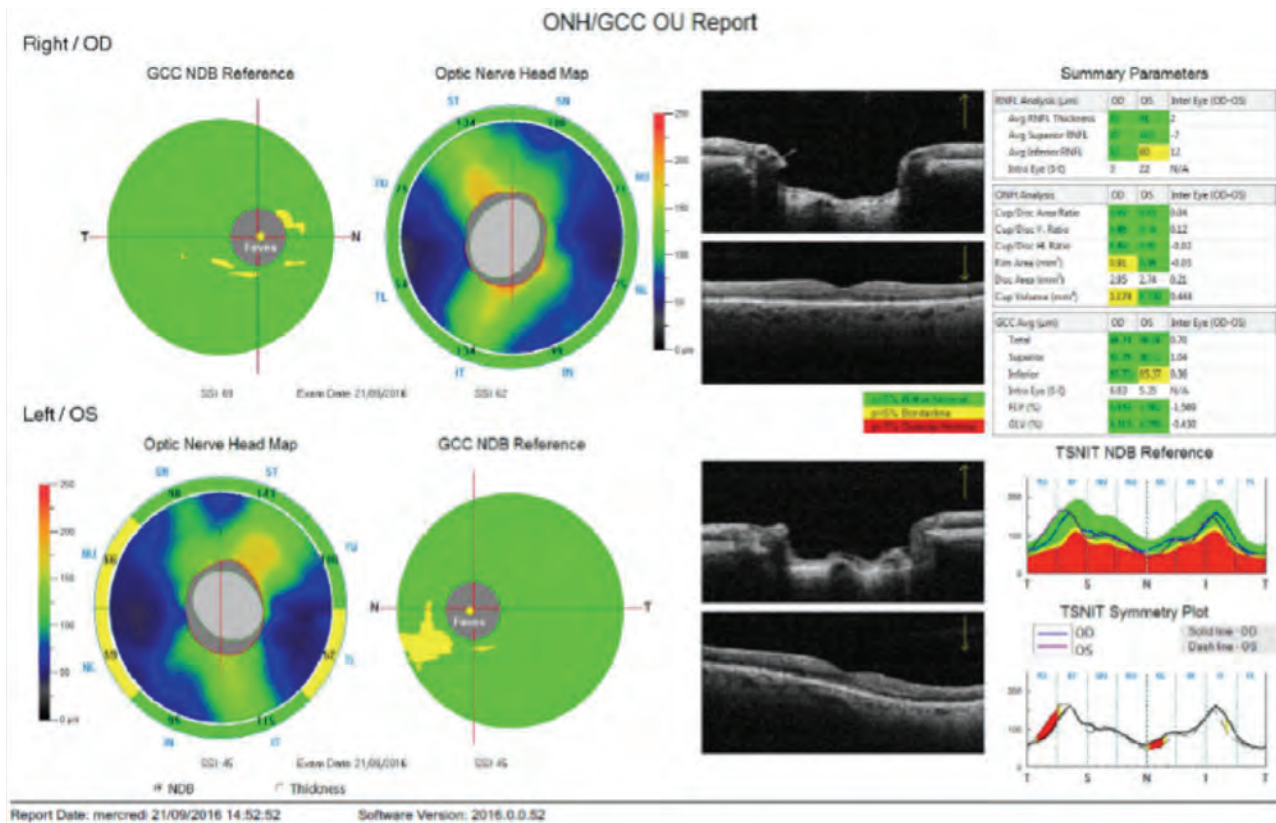


OCT-SD XR AVANTI

Analyse des 3 couches du GCC : FNR, CGR, Plexiforme interne

+ Indices complémentaires :

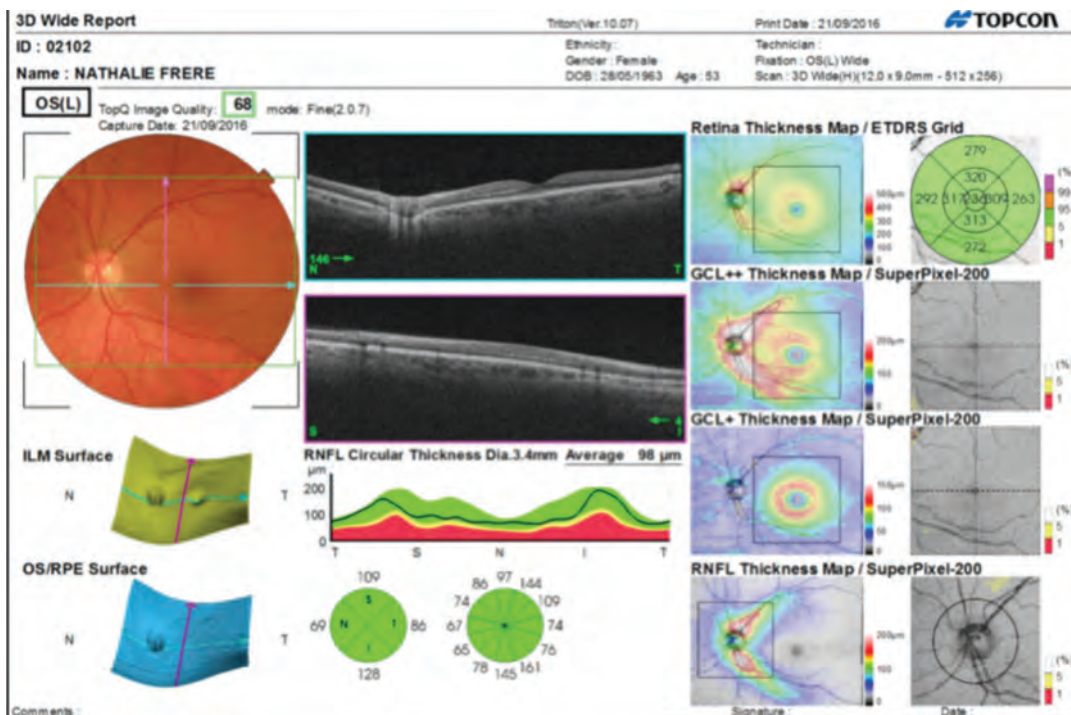
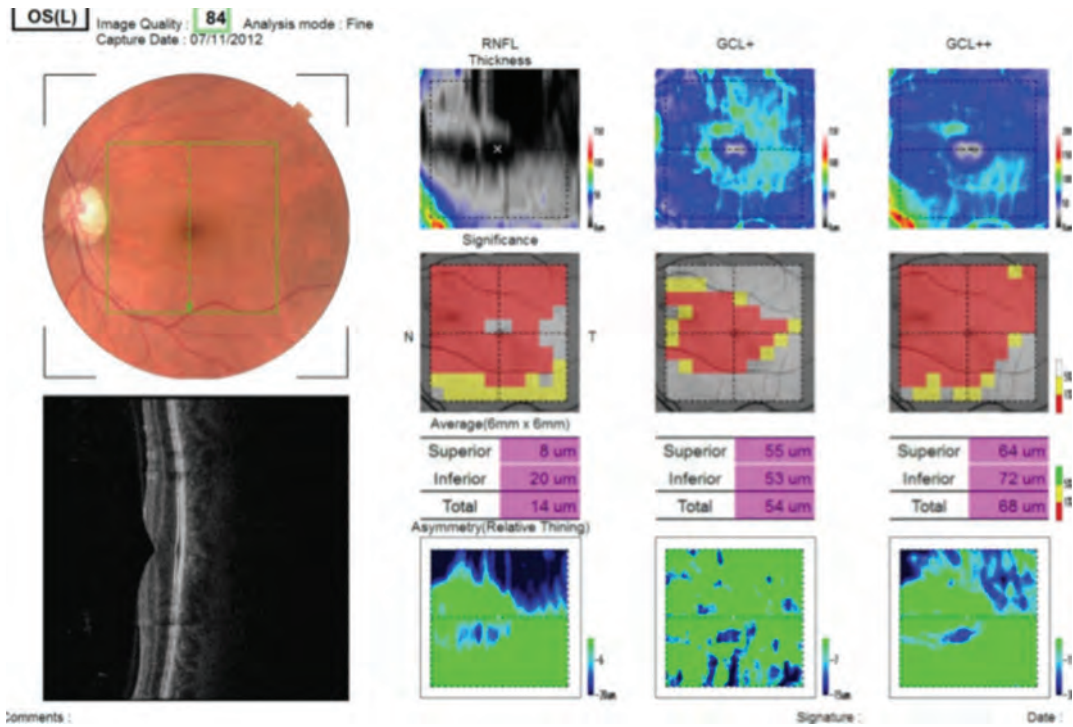
- **FLV (Focal Loss Volume)** = pourcentage de volume de perte significative focale sur l'ensemble de la carte du complexe GCC analysé.
- **GLV (Global Loss Volume)** = pourcentage de la quantité moyenne de cellules ganglionnaires perdues en volume, sur l'ensemble de la carte GCC analysée.



Différentes analyses selon les OCT-SD

OCT-SD Triton Topcon

Analyse de chaque couche du GCC : FNR, CGR, Plexiforme interne

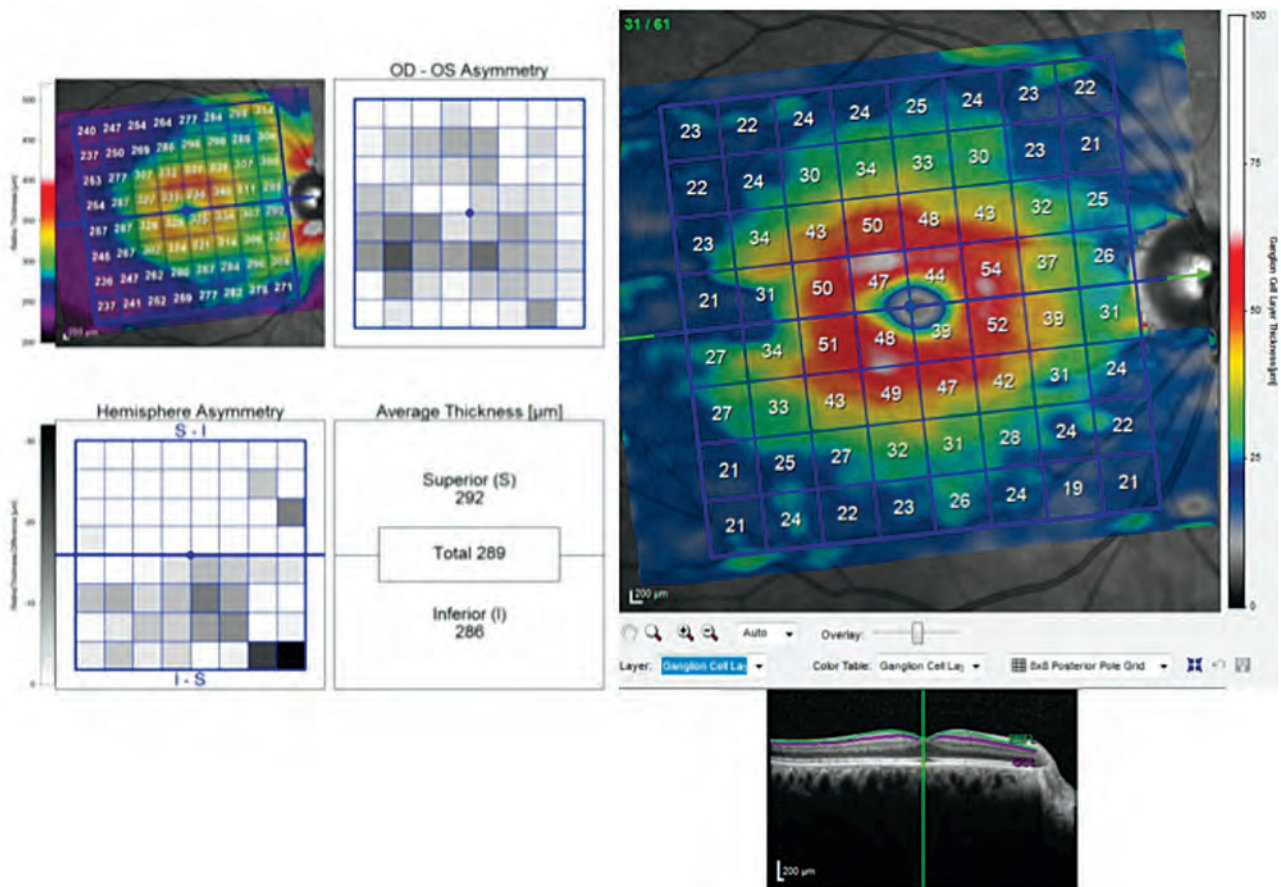


Acquisition du cube 12 x 9 mm, analyse globale GCC et FNR

OCT-SD Spectralis Heidelberg

Analyse séparée de chaque couche du GCC : FNR, CGR, Plexiforme interne, selon l'axe fovea-centre du disque optique

Évaluation de la progression donnée par la différence numérique de l'épaisseur de la couche des cellules ganglionnaires par rapport au 1^{er} examen de référence du patient mais sans analyse de tendance de l'évolution dans le temps, qui apporterait la précision par une pente de progression.



Différentes analyses selon les OCT-SD

OCT-SD Cirrus HD-OCT Zeiss

Analyse du complexe GCL (ou GCIPL) : couche des cellules ganglionnaires + plexiforme interne, en raison de la variabilité interindividuelle de la disposition topographique de la couche des FNR au pôle postérieur.

Mesure de l'épaisseur moyenne du complexe GCL et de l'épaisseur moyenne minimum du complexe GCL.

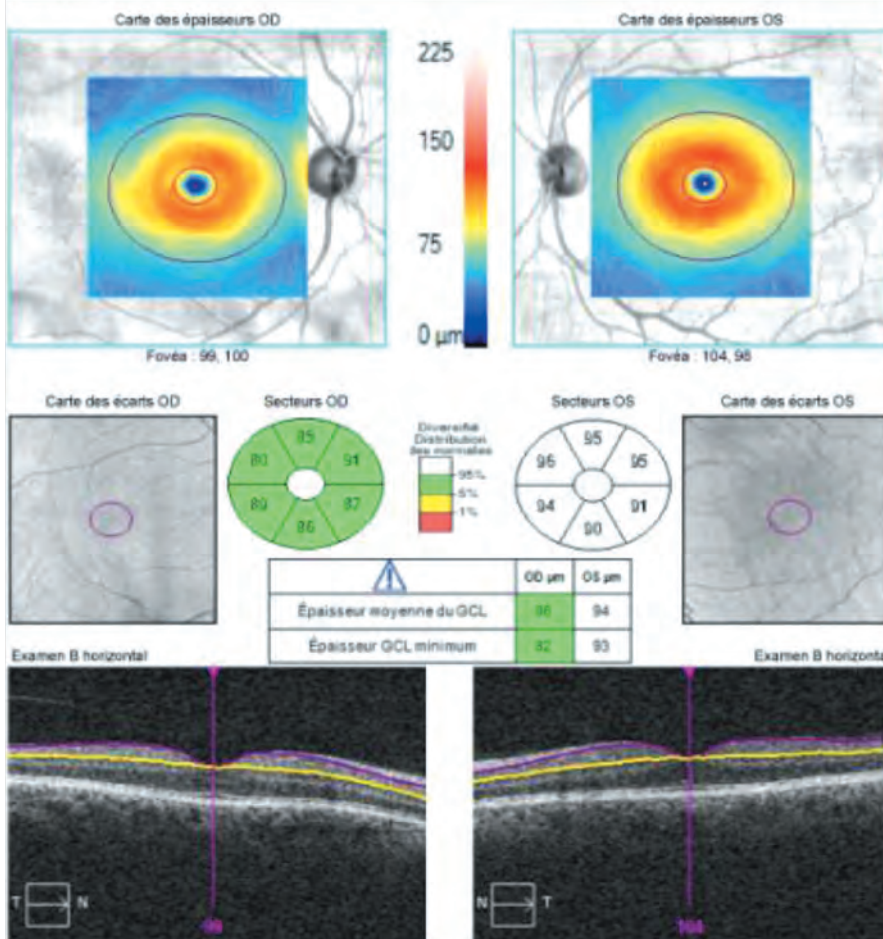
L'indice **GCL minimum** correspond au rayon de mesure radiaire du complexe, à partir de la *fovea*, avec la plus petite valeur moyenne sur l'ensemble des 360 rayons de mesure de la zone elliptique relevée. **Ce marqueur est bien corrélé avec l'atteinte précoce du complexe GCL avec une sensibilité diagnostique démontrée aux stades débutants du glaucome.**

EXCELLENTE REPRODUCTIBILITÉ

	Reproductibilité Intra-observateur	Reproductibilité Inter-observateur
<i>Témoins</i>	ICC 99,7 % - 99,8 % CV 0,7 % - 0,8 % TR var 1 μ m-1,1 μ m	ICC 99,1 % CV 2,2 % TR var 1,1 μ m
<i>HPIO</i>	ICC 99,6 % - 99,9 % CV 0,7 % - 0,8 % TR var 1,1 μ m-0,6 μ m	ICC 99,7 % CV 1,1 % TR var 0,84 μ m
<i>GPAO</i>	ICC 99,5 % - 99,8 % CV 0,7 % - 0,8 % TR var 1,2 μ m - 0,9 μ m	ICC 99,2 % CV 2,1 % TR var 1,1 μ m

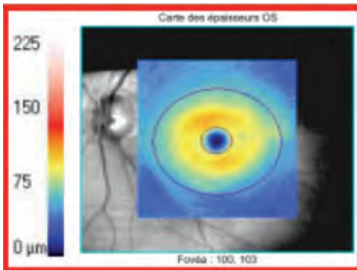
**Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube
200x200**

OD ● OS



Puissance du signal: 7/10 7/10

Le **score ou puissance du signal** doit être vérifié, avec un respect des valeurs minimales de qualité du signal propre à chaque appareil.



Carte des épaisseurs. Apprécie et analyse la répartition régulière ou non dans les différents secteurs. Elle permet d'attirer l'attention au niveau d'une zone déficitaire débutante ou évoluée ; de visualiser directement les atteintes importantes qui souvent ne concernent qu'un héli-champ et respectent le raphé médian. Les atteintes débutantes sont en général plus marquées dans le secteur temporal et notamment en temporal inférieur.



Carte des déviations à la normale dans la zone d'analyse affichée en dessous. Les pixels jaunes et rouges correspondent à des amincissements anormaux pour l'âge à $p < 5\%$ ou à $p < 1\%$. Une atteinte débutante dans le secteur temporal inférieur, fréquemment le premier concerné par un amincissement dans les glaucomes débutants, doit être systématiquement recherchée.

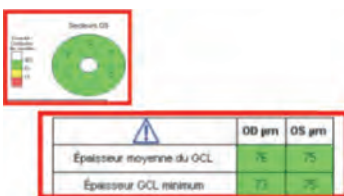
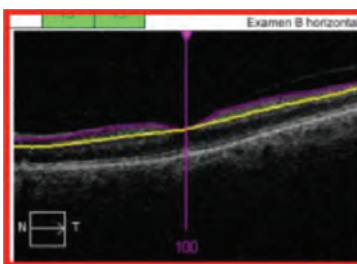


Tableau des différents paramètres : épaisseur moyenne ; épaisseurs sectorielles maculaires supérieure et inférieure selon les appareils ; valeurs d'indices supplémentaires pour certains OCT-SD (GCL minimum du Cirrus HD-OCT, GLV et FLV du XR Avanti).



Relevé du scan B horizontal : vérifie la bonne qualité de la segmentation des couches cellulaires ganglionnaires et de la plexiforme interne par l'algorithme et s'assure que le profil maculaire est normal.

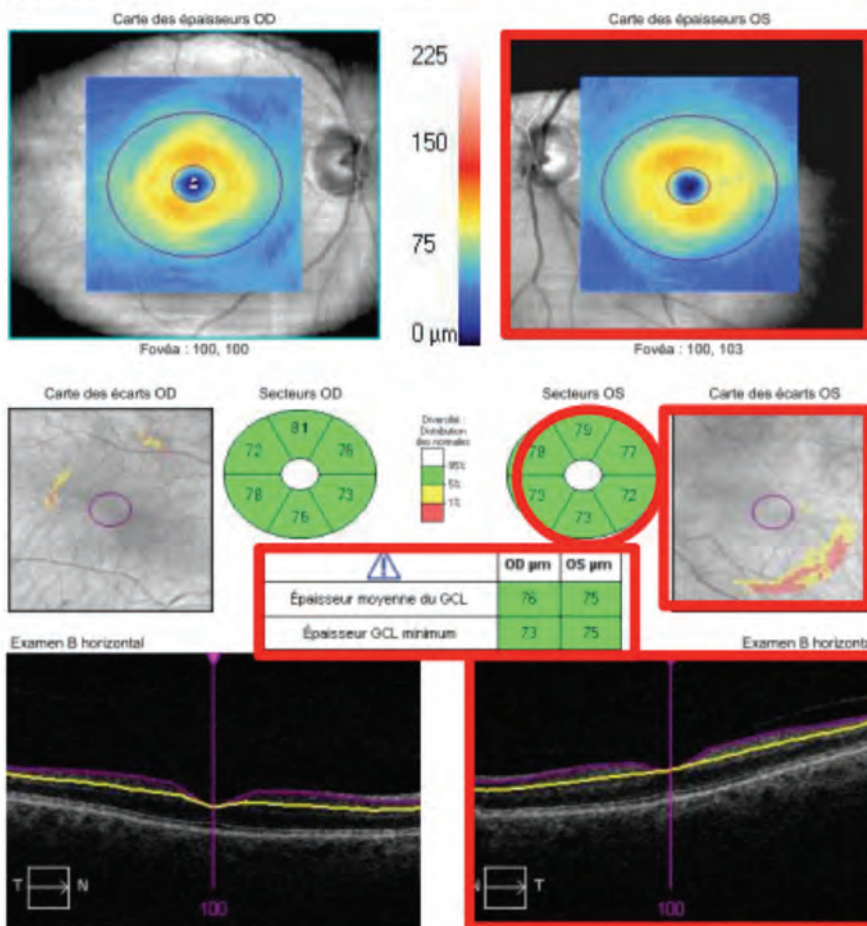
L'analyse des résultats en fonction du code coloré doit respecter les mêmes règles que l'analyse de la couche des FNR péripapillaires.

Médecin:

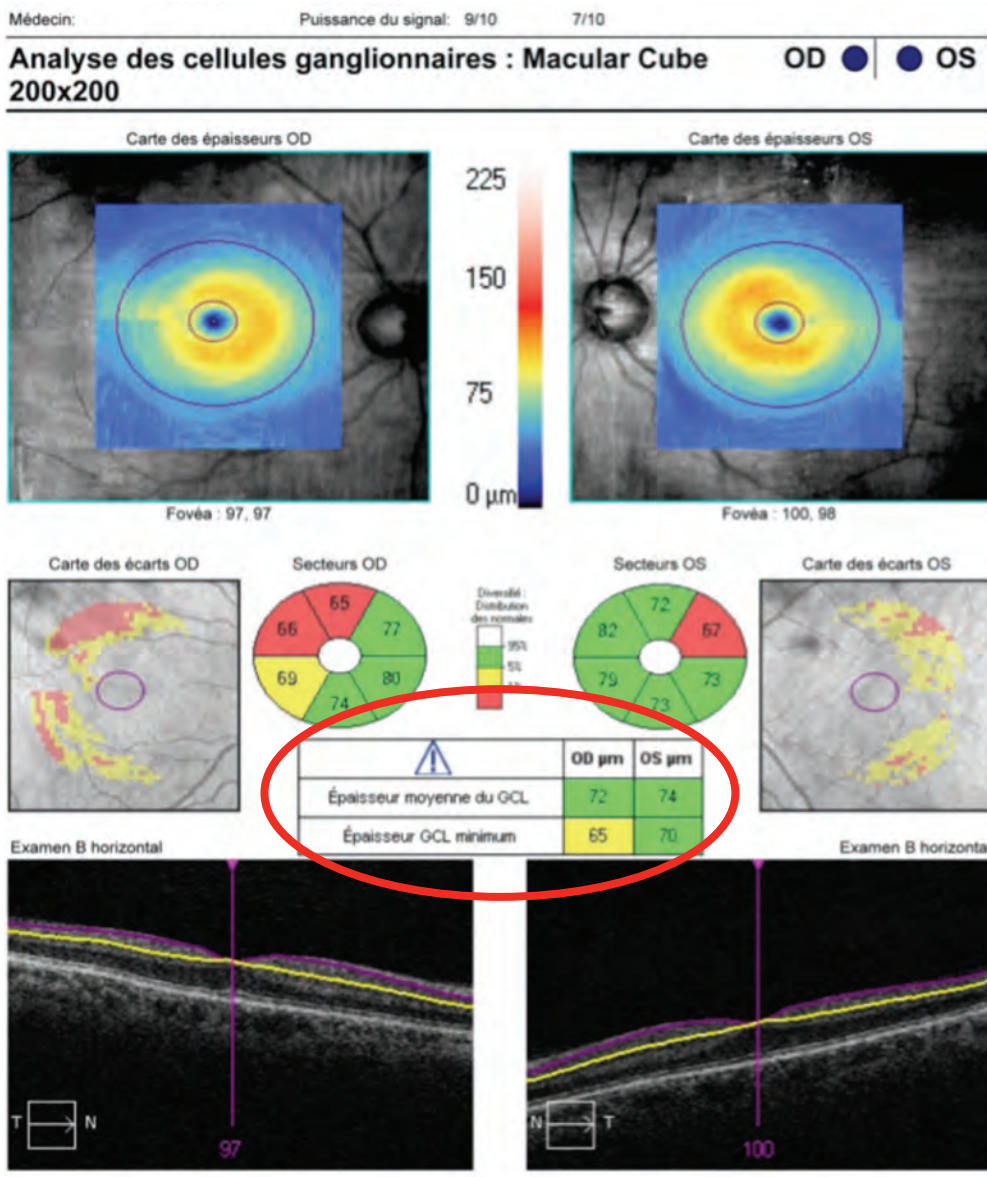
Puissance du signal: 7/10 7/10

Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube 200x200

OD ● | ● OS

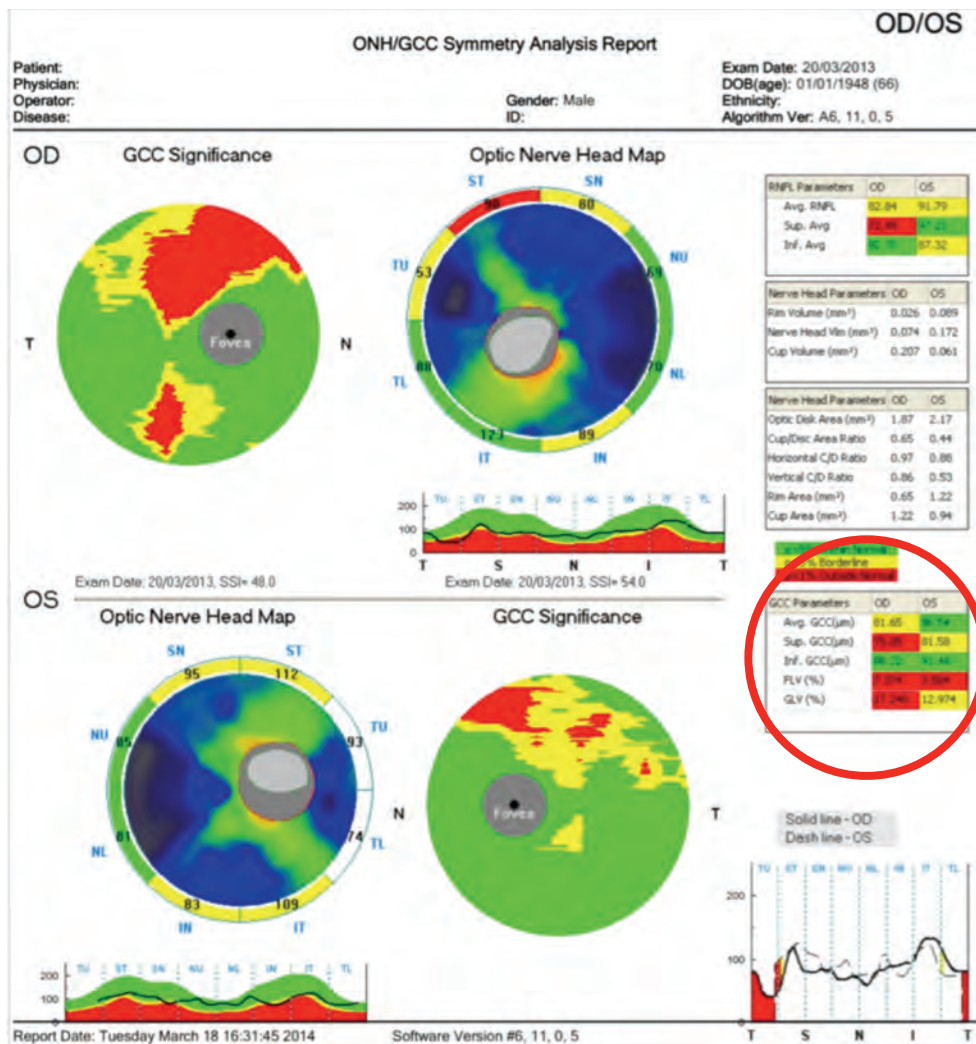


Indices complémentaires



	OD µm	OS µm
Épaisseur moyenne du GCL	75	75
Épaisseur GCL minimum	73	75

Cirrus HD-OCT Zeiss
GCL ou GCIPL minimum



GCC Parameters	OD	OS
Avg. GCC(μm)	81.65	96.54
Sup. GCC(μm)	75.05	91.58
Inf. GCC(μm)	78.22	91.46
FLV (%)	7.374	3.504
GLV (%)	17.240	12.974

XR Avanti Optovue
 FLV (Focal Loss Volume)
 GLV (Global Loss Volume)

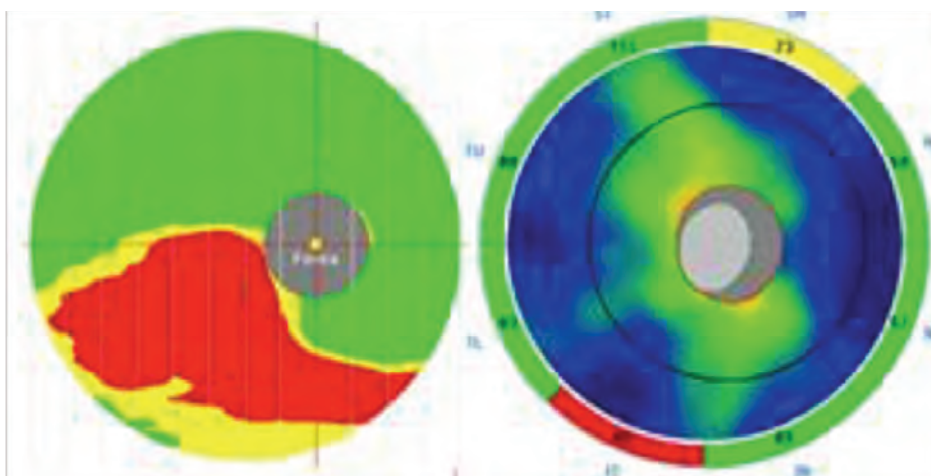
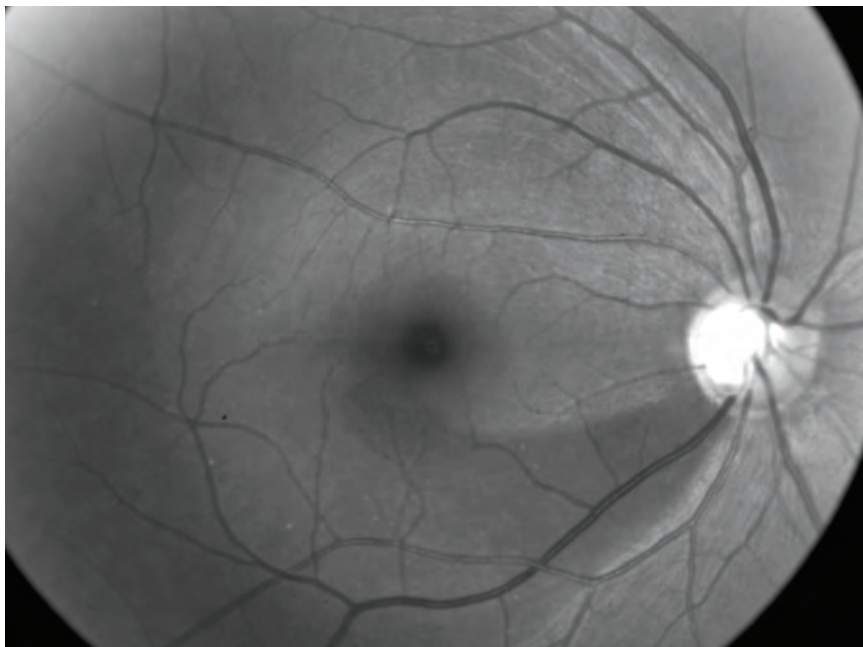
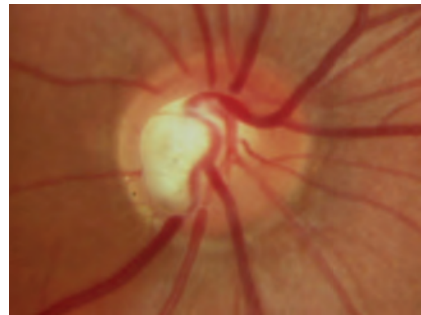
Ces indices complémentaires ont bien démontré leur sensibilité diagnostique d'une atteinte structurale précoce dans les formes débutantes de glaucome.

Cartographie des déficits maculaires mieux connue

Le relevé cartographique des déficits maculaires est mieux connu.

Nous pouvons retenir cinq points essentiels :

- la grande sensibilité de la région maculaire temporale,
- l'atteinte plus fréquente du secteur temporal inférieur et du secteur maculaire inférieur,
- l'aspect arciforme des déficits maculaires en continuité avec les déficits des FNR péripapillaires (pFNR),
- la projection des déficits maculaires inférieurs au niveau des méridiens de 7- 8h de la TNO dite « Zone de vulnérabilité maculaire »,
- enfin, la grande sensibilité diagnostique des indices complémentaires (GCL minimum, FLV, GLV).



EN PRATIQUE

Limites

Connaître la qualité d'acquisition SSI

Artéfacts (troubles des milieux...)

Pathologie maculaire (drusen...)

Examen maculaire toujours associé

Vérifier la bonne segmentation

Prudence

Interprétation des indices locaux

Si aggravation isolée :

- Confronter avec l'analyse des FNR
- Confronter la clinique (DMLA...)

Le « plus »

Meilleure reproductibilité

Decoder

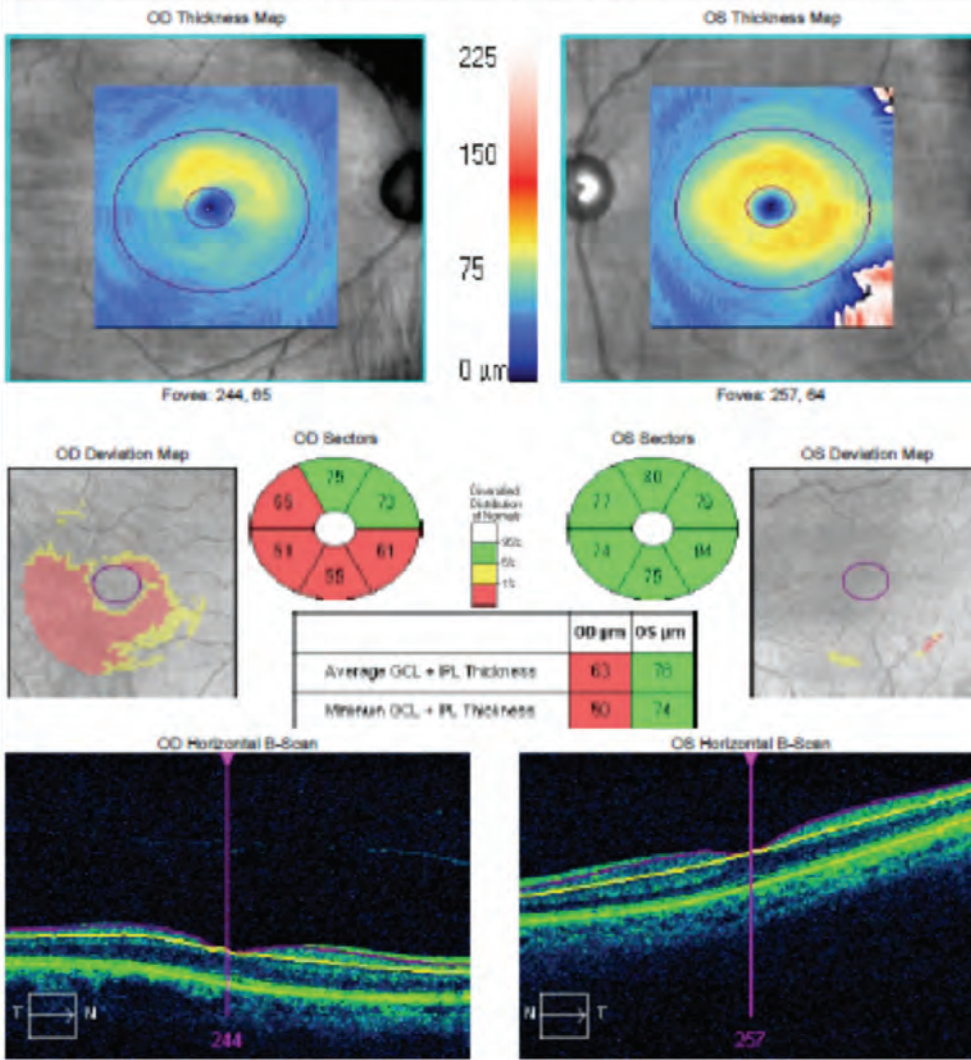
Signal Strength: 7/10

8/10

Ganglion Cell OU Analysis: Macular Cube 512x128

OD ●

● OS





6. Recommandations d'interprétation en OTC-SD

Recommandations d'interprétation

L'intérêt des paramètres pFNR, MRW-BMO, GCIPL, FLV, GLV et GCC est bien établi dans la détection du glaucome.

Il faut toujours prendre en considération :

Les facteurs liés au patient

Réfraction

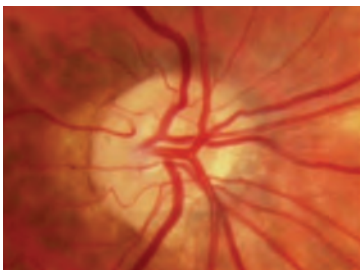
Les épaisseurs des couches des FNR et du GCC sont en général plus faibles chez le sujet myope et plus importante chez le sujet hypermétrope.

Longueur axiale

Toute augmentation de la longueur axiale du globe oculaire s'accompagne d'une réduction de l'épaisseur des FNR globalement de 2,2 μm par millimètre.

Taille et variations du Disque Optique

Un disque de petit diamètre entraîne une réduction de l'épaisseur des FNR mesurées en raison du cercle de mesure toujours à 3,4 mm du centre du DO et donc dans ce cas dans un secteur où les FNR sont plus étalées. En cas de disque optique de grand diamètre la mesure pratiquée sera plus proche du bord de celui-ci, dans un secteur où la couche des FNR est plus épaisse. L'analyse du GCC présente l'intérêt de permettre une évaluation indépendante de ces variations anatomiques.



Devant toute dysmorphie, dysversion papillaire et atrophie péripapillaire, l'analyse du GCC permet également une évaluation indépendante de ces variations anatomiques.

Les facteurs liés à l'OCT-SD

Indice de qualité SS

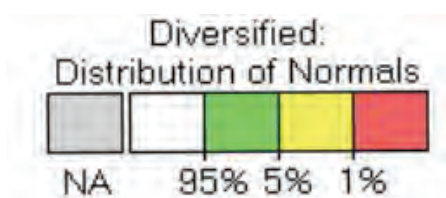
Code coloré à interpréter avec prudence

Si les divers OCT actuellement disponibles ont tous une sensibilité et une spécificité bonnes et globalement comparables, celles-ci n'atteignent cependant jamais 100 %.

Les résultats sont comparés aux données de la base normative de l'OCT-SD en fonction de l'âge et de l'ethnie.

- La couleur blanche signifie que les valeurs sont plus épaisses que les limites de l'intervalle de confiance (5 % des sujets présentent les valeurs les plus épaisses). Il s'agit en général de sujets normaux ou atteints d'autres affections (œdème papillaire, attache et traction vitréo-papillaire...) sources d'épaississements de la couche des FNR.
- La couleur verte signifie une probabilité de valeur normale de 95 %, à considérer comme normale.
- La couleur jaune indique une probabilité de résultat normal inférieur à 5 % (valeur suspecte).
- La couleur rouge $p < 0,01$ correspond à une probabilité de mesure normale inférieure à 1 %, à considérer comme statistiquement anormale.
- Il faut rester prudent dans l'interprétation des résultats selon le code coloré. Leur expression se fait par rapport à une base de données « normative » propre à chaque appareil avec souvent un nombre limité de sujets par décade qui ne couvre pas toutes les variations possibles observables au sein de l'ensemble de la population.

La confrontation des résultats avec les données cliniques doit donc être systématique et reste primordiale.



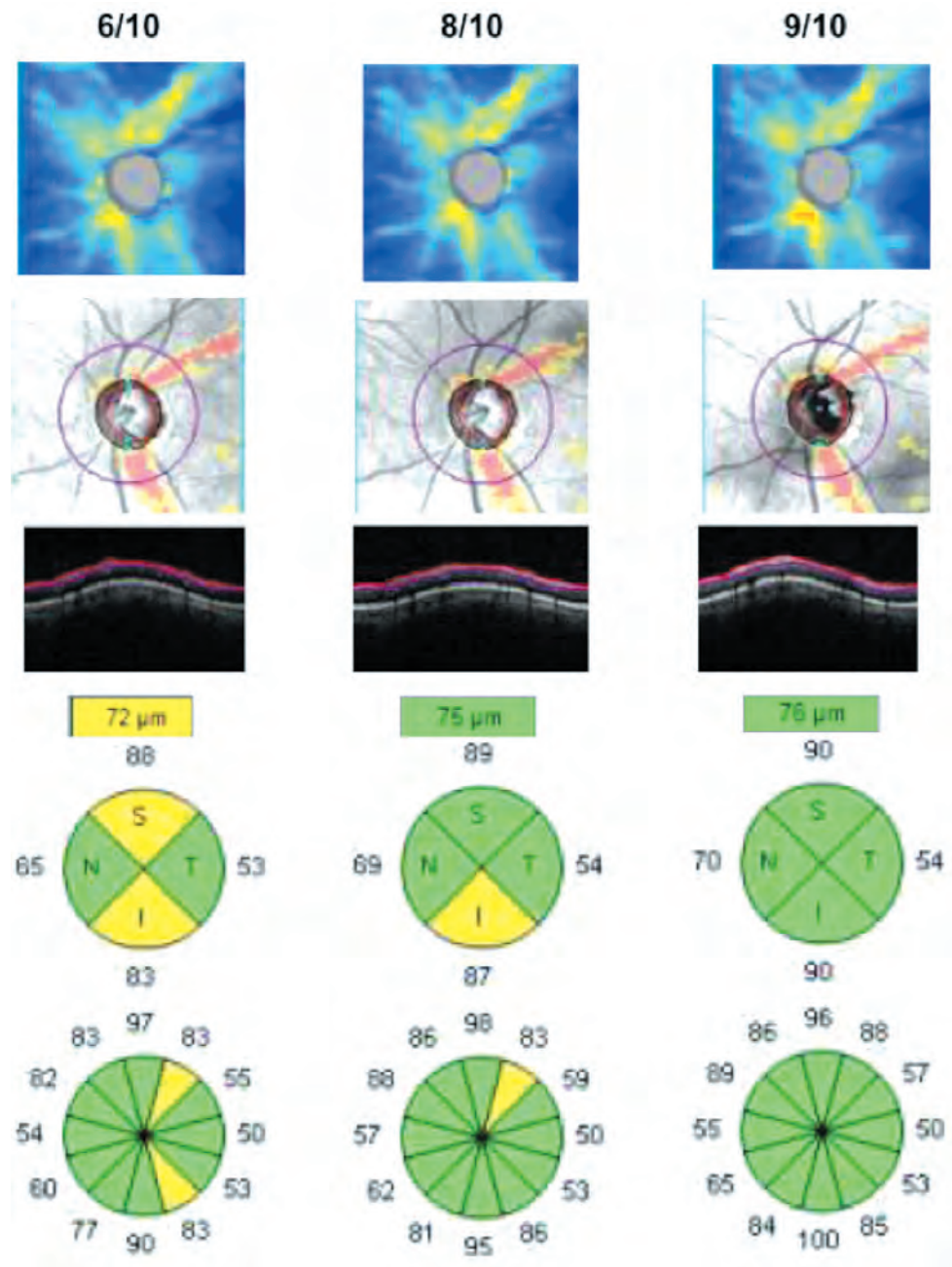
La fréquence des résultats faux positifs en OCT-SD, de l'ordre de 40 % pour les FNR et de 55 % pour le GCC dans les glaucomes préperimétriques et débutants, impose :

- la confirmation de tout résultat OCT suspect dépisté,
- la recherche pour tout examen OCT-SD d'un indice de fiabilité maximale du relevé,
- l'absence de décision clinique et/ou thérapeutique devant un nouveau déficit OCT isolé.

Tout déficit OCT isolé dépisté ou tout nouveau déficit dans le cadre d'un suivi doit toujours être contrôlé et confronté avec les données de l'évolution des paramètres cliniques et fonctionnels (champ visuel).

Qualité du signal

Vérifier la puissance du signal par l'indice de qualité (SSI) : toujours rechercher l'indice de fiabilité SSI maximal ; ne pas se contenter de l'indice minimal de qualité donné par l'OCT-SD.



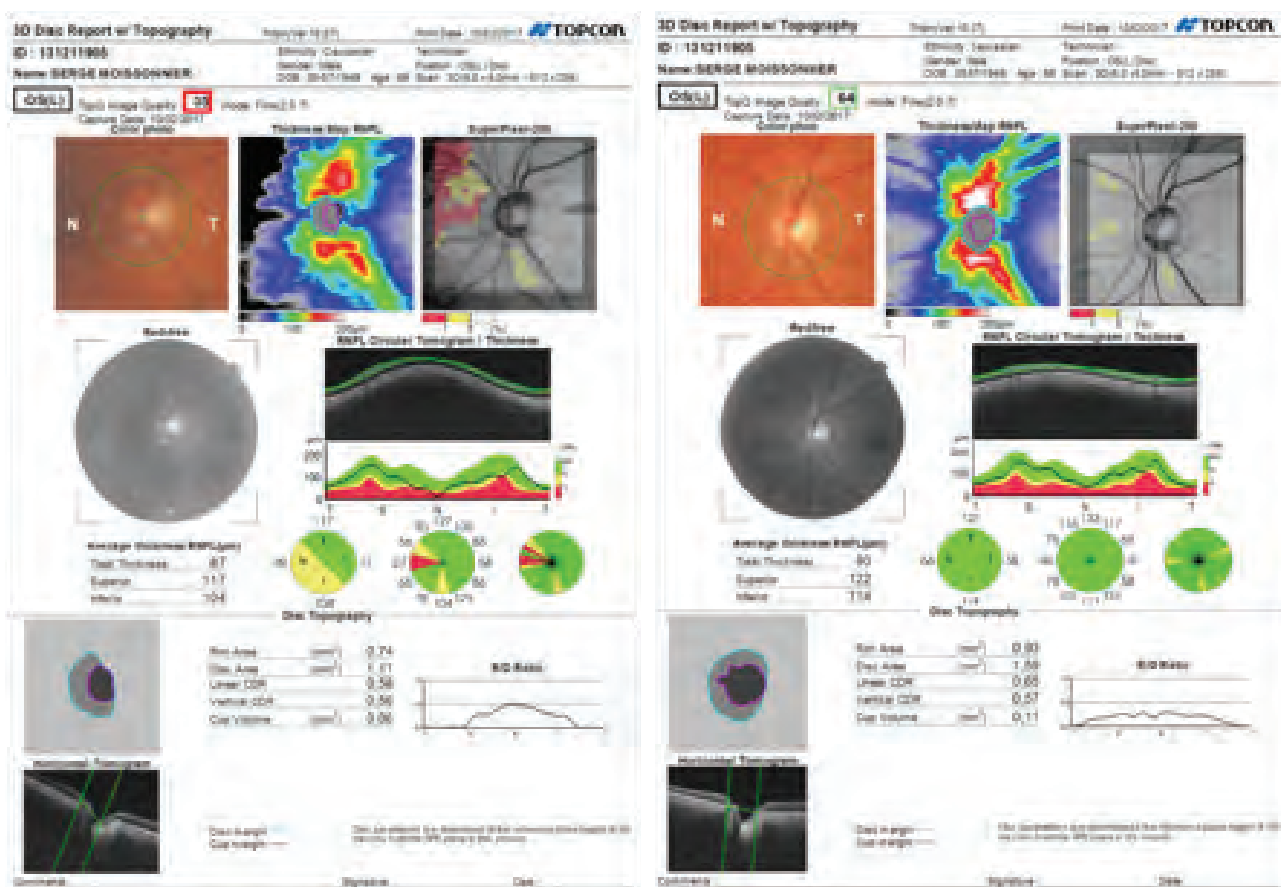
Relevés effectués chez un GAO débutant avec des indices de qualité de 6, 8 et 9/10 sur Cirrus HD-OCT.

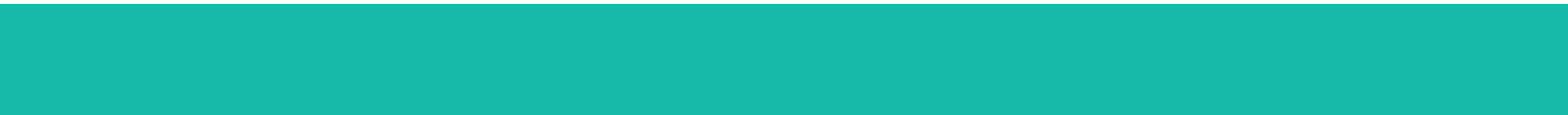
L'indice de fiabilité plus élevé relève moins de déficit structural des FNR sur cet œil gauche.

Qualité du signal

Relevés effectués chez un sujet sain, âgé de 69 ans avec des indices de qualité de 35 et 64 sur OCT-SD Triton.

L'indice de fiabilité plus élevé, à droite, ne relève pas de déficit structural des FNR suspecté par le relevé avec un indice de qualité de 34, considéré fiable par l'OCT-SD Triton, sur cet œil gauche ! Il est important de toujours rechercher l'indice de fiabilité SSI maximal.







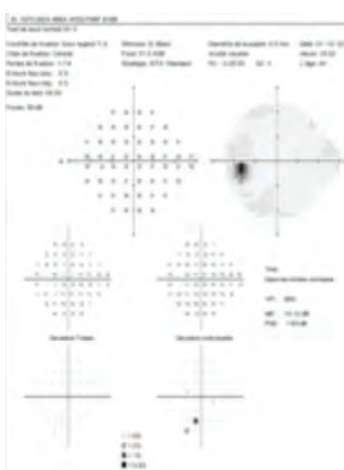
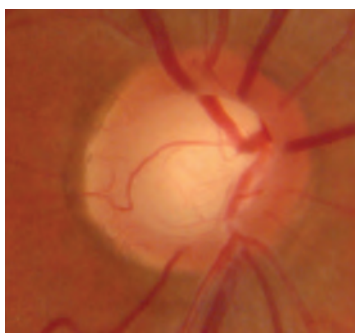
7. Aspects cliniques du glaucome en OCT-SD

- 7.1. Suspect de glaucome**
- 7.2. Glaucome débutant**
- 7.3. Myopie et dysversion papillaire**
- 7.4. Glaucome modéré**
- 7.5. Glaucome unilatéral**
- 7.6. Glaucome évolué**

« Glaucoma suspect » : suspect de glaucome

Glaucome préperimétrique

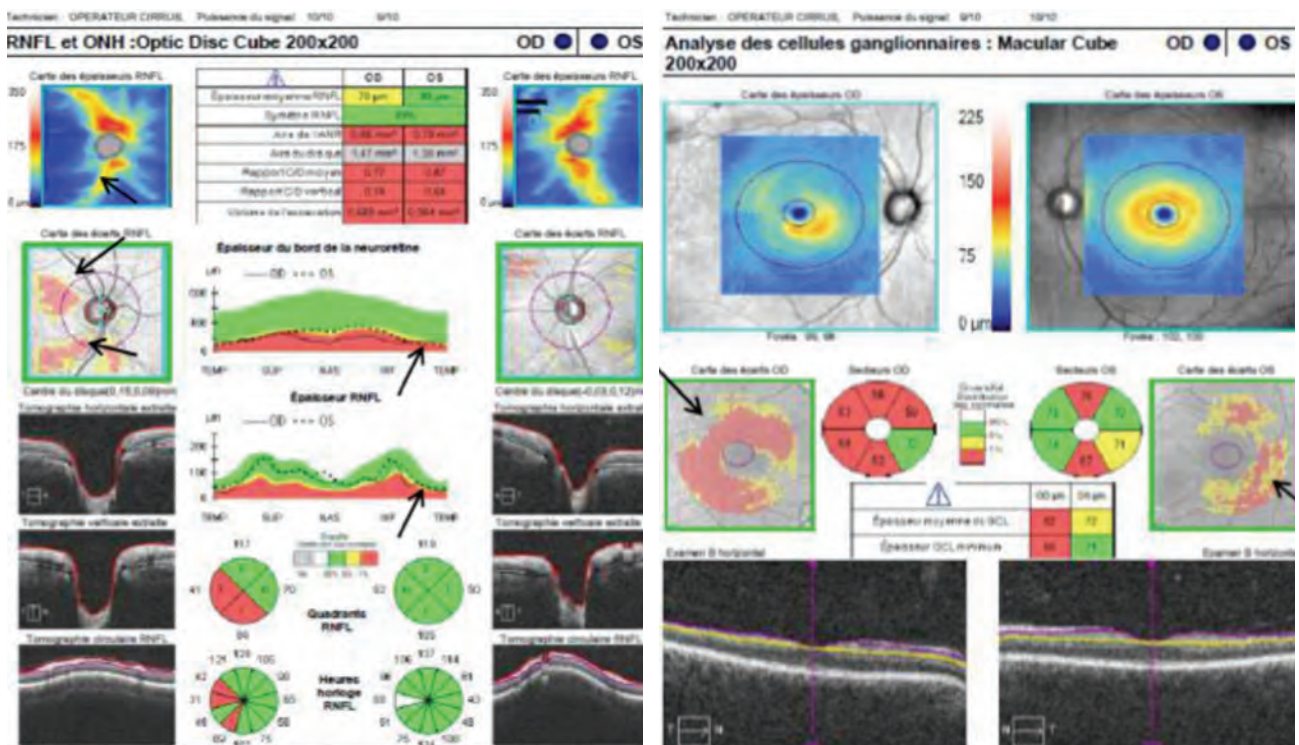
Au cours d'un examen systématique chez un sujet de 44 ans, avec une PIO à 14 mmHg, une épaisseur cornéenne centrale de 530 μm , découverte à l'examen du fond d'œil d'une papille droite suspecte avec une atteinte de l'ANR temporal inférieur. Le relevé du CV en Périmétrie Automatisée Standard (PAS) blanc-blanc 24-2 sans anomalie, et la détection d'un déficit arciforme supérieur relatif au relevé du FDT Matrix, confirmé, permettent de poser le diagnostic de glaucome préperimétrique. Pour rappel, la périmétrie Matrix® ou FDT-Matrix, explore d'autres voies de transmission de l'information visuelle, et permet la détection bien plus précoce d'un déficit fonctionnel du CV que la PAS blanc-blanc.



Le relevé OCT-SD détecte une atteinte importante des FNR temporales inférieures droites sur la cartographie des épaisseurs ainsi que sur celle des écarts, avec une suspicion d'atteinte associée des FNRT temporales supérieures. Le déficit est retrouvé sur le graphe en déroulé TSNIT des FNR, avec un amincissement de l'ANR et un abaissement de l'épaisseur moyenne de la couche des FNR droites ainsi que celle du quadrant papillaire inférieur et temporal inférieur. Le rapport ne relève pas de déficit des FNR de l'OG.

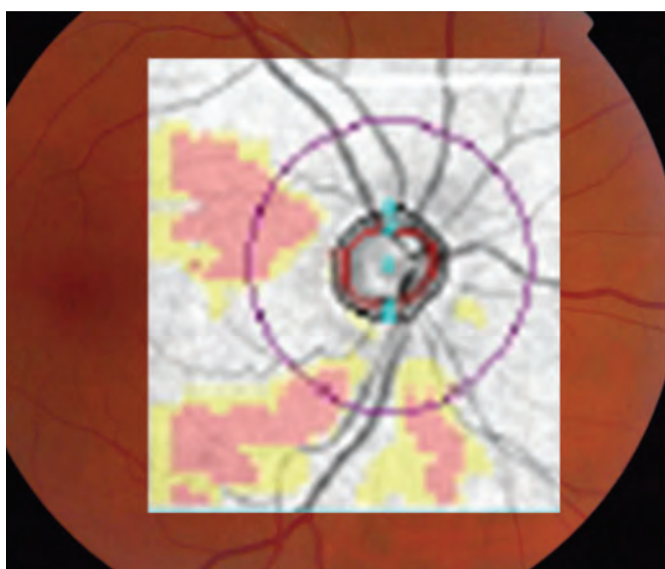
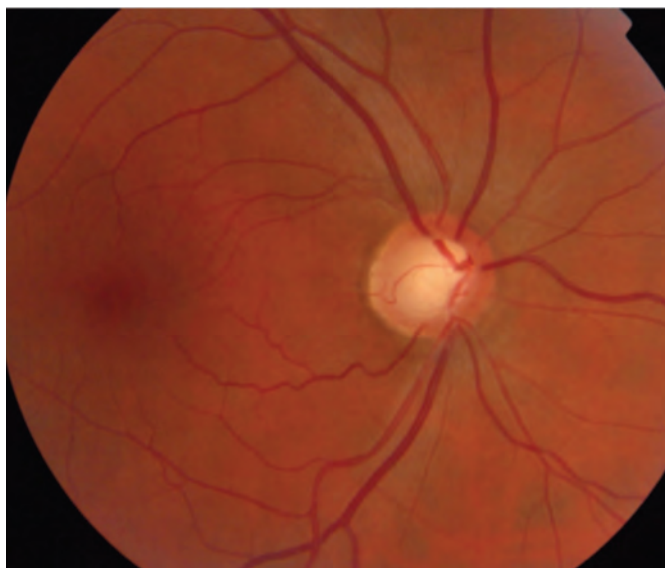
L'analyse du GCL, alors que l'examen clinique de la macula est sans anomalie, retrouve une atteinte correspondante temporale inférieure droite. Il met également en évidence un déficit étendu dans le secteur maculaire supérieur droit ainsi qu'une atteinte du GCL moyen temporal supérieur et inférieur gauche.

Ce cas clinique illustre bien l'intérêt des informations complémentaires apportées par l'analyse des relevés OCT des FNR péripapillaires et du GCC, avec ici la mise en évidence d'une atteinte du GCC plus étendue au niveau de l'OD et précoce au niveau de l'OG où une atteinte des cellulaires ganglionnaires maculaires est ainsi déjà objectivée.



« Glaucoma suspect » : suspect de glaucome

La rétinophotographie du pôle postérieur met bien en évidence le déficit des FNR de l'oeil droit avec une bonne corrélation topographique du déficit détecté sur le relevé OCT-SD.

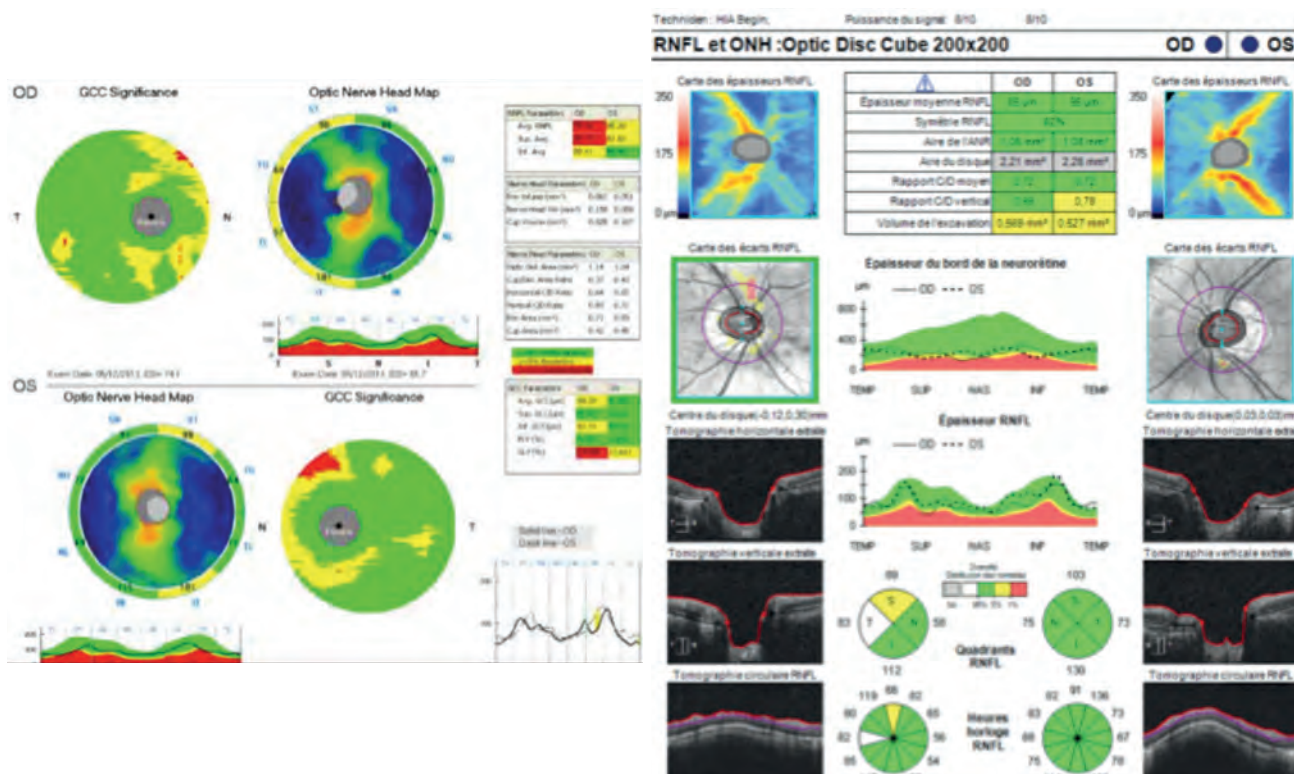


L'étude de la couche des FNR en OCT-SD rapporte une plus grande sensibilité de l'analyse dans les secteurs temporaux supérieur et inférieur. Les valeurs numériques des épaisseurs moyennes globales, sectorielles et méridiennes des FNR du relevé ne permettent pas, dans l'état actuel de nos connaissances, un diagnostic assuré d'atteinte structurale de glaucome préperimétrique ni celui de glaucome précoce débutant en raison, en partie, des variations interindividuelles de l'épaisseur moyenne de la couche des FNR de 89,8 à 113 µm.

L'évaluation du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire rapporte l'intérêt de certains paramètres, en particulier des indices FLV et GLV de l'OCT-SD XR Avanti et de l'indice GCIPL ou GCL du Cirrus HD-OCT, dans la détection des glaucomes préperimétriques et des glaucomes précoces. Leur altération en cas de « glaucome suspect » et de « glaucome préperimétrique » serait un marqueur d'une altération progressive à 5 ans dans près de 60 % des cas.

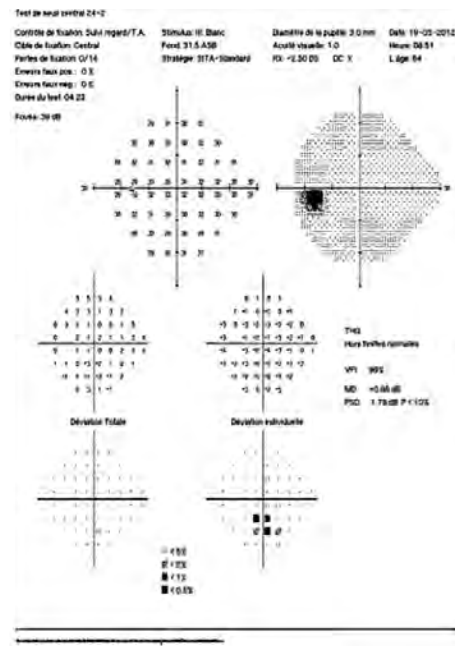
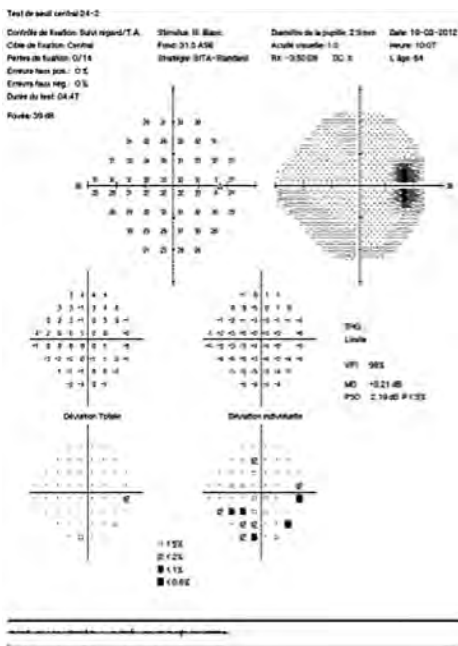
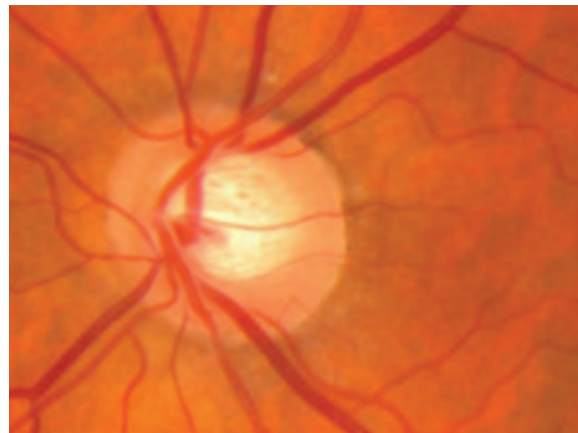
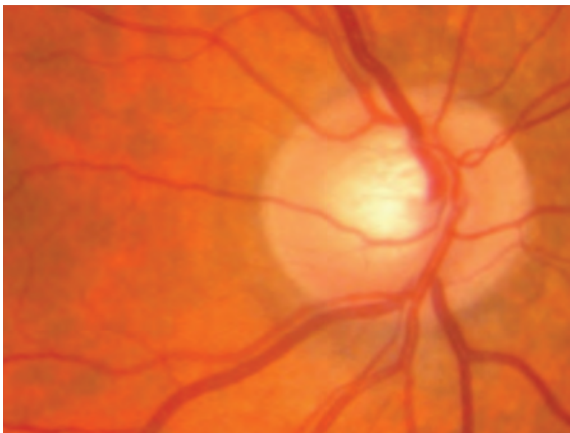
L'interprétation des relevés nécessite une technique rigoureuse, avec une élimination des résultats faux positifs, et une confrontation soigneuse avec l'ensemble des données de l'examen clinique. L'évaluation longitudinale et la reproductibilité des résultats sont aussi essentielles.

Enfin, de récentes données quantitatives du flux sanguin en OCT-Angiographie du nerf optique rapportent des réductions significatives de la perfusion de la TNO par rapport aux sujets normaux chez les patients atteints de GPP.

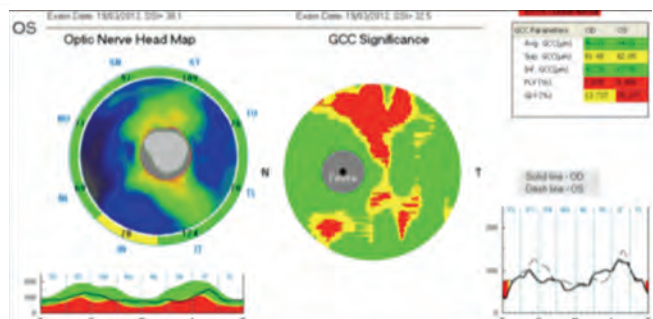
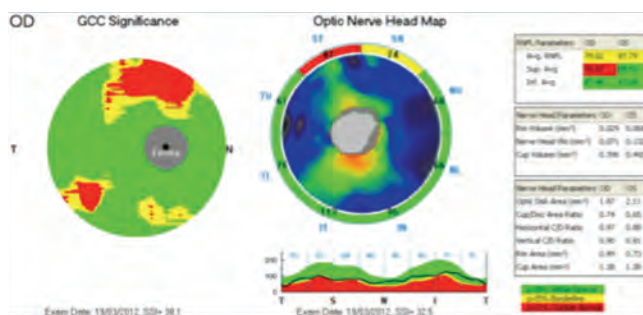
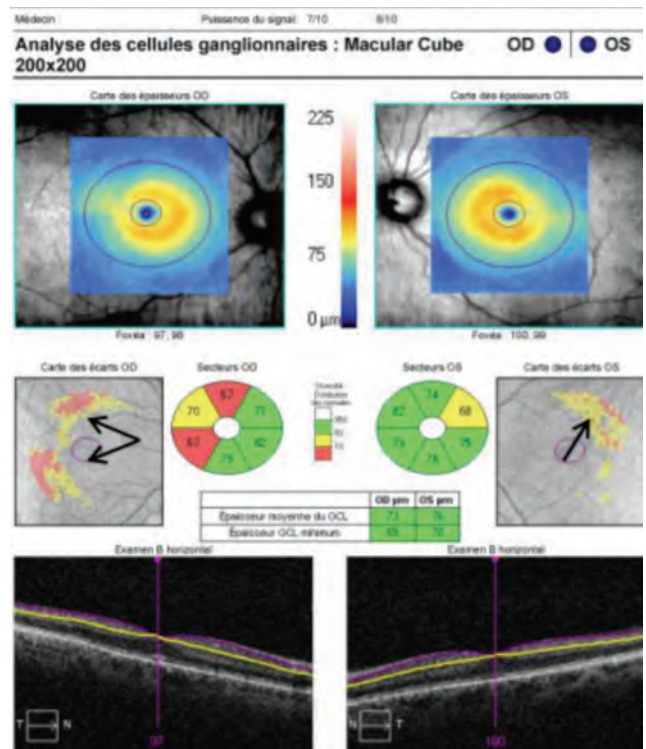
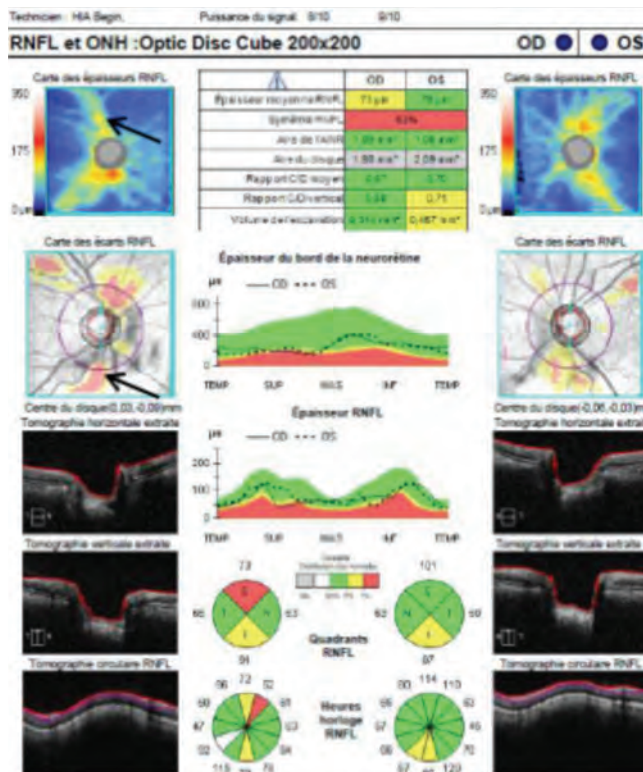


Glaucome débutant

Patient de 64 ans suivi et traité pour GPAO débutant avec PIO à 24 mmHg OD et OG venant consulter pour second avis. L'analyse de la TNO de l'OD relève une discrète encoche de l'anneau neurorétinien sur les méridiens de 10-11h avec un déficit arciforme inférieur dans le territoire correspondant du champ visuel en PAS blanc-blanc ; l'examen de l'OG note un discret amincissement supérieur de l'ANR avec un discret déficit débutant inférieur sur le CV de l'OG.

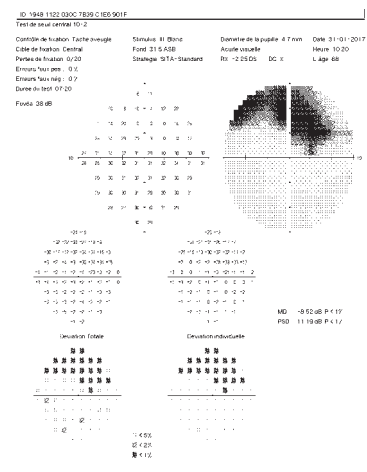
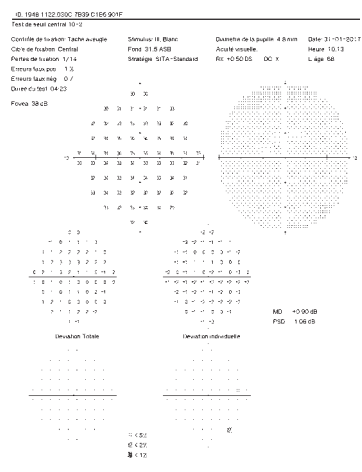
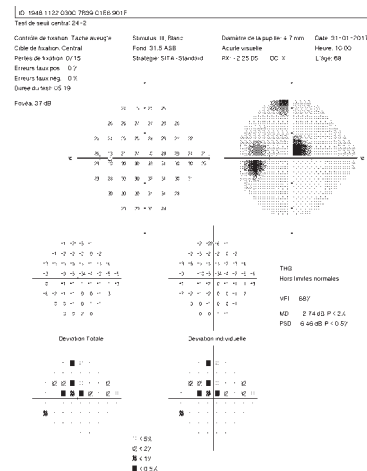
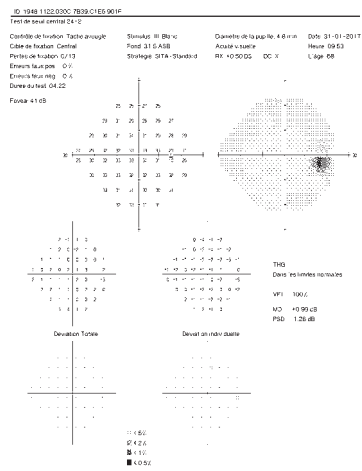
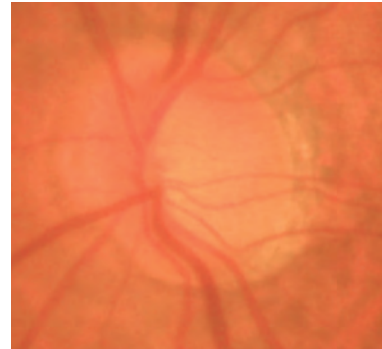
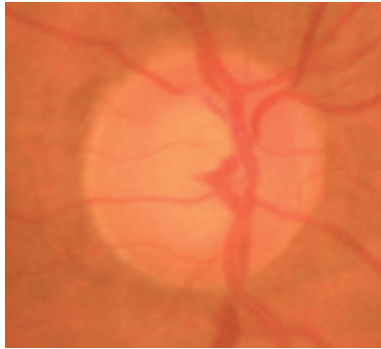


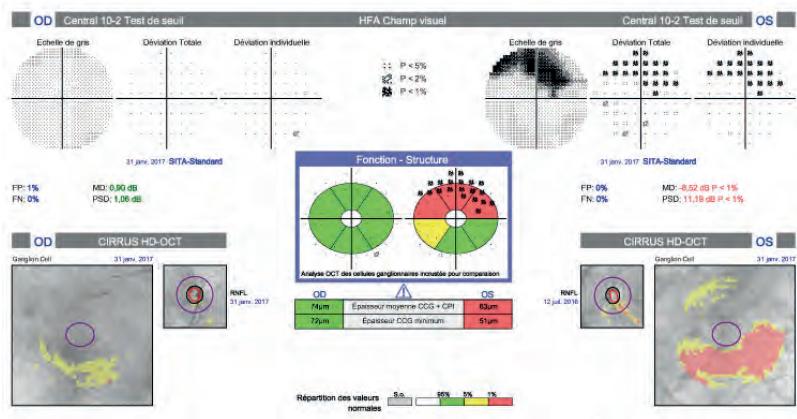
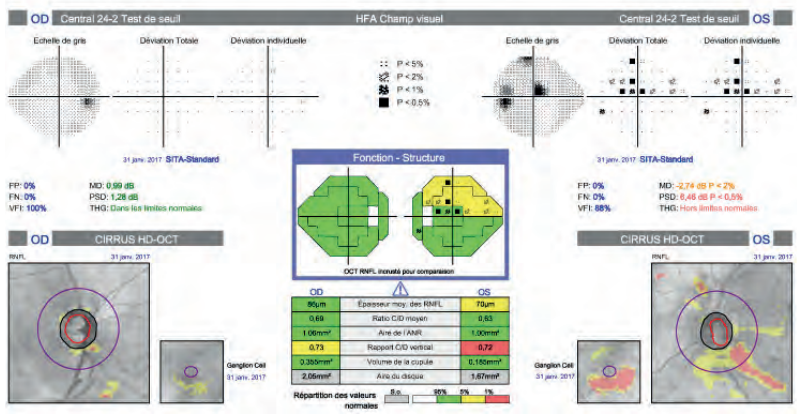
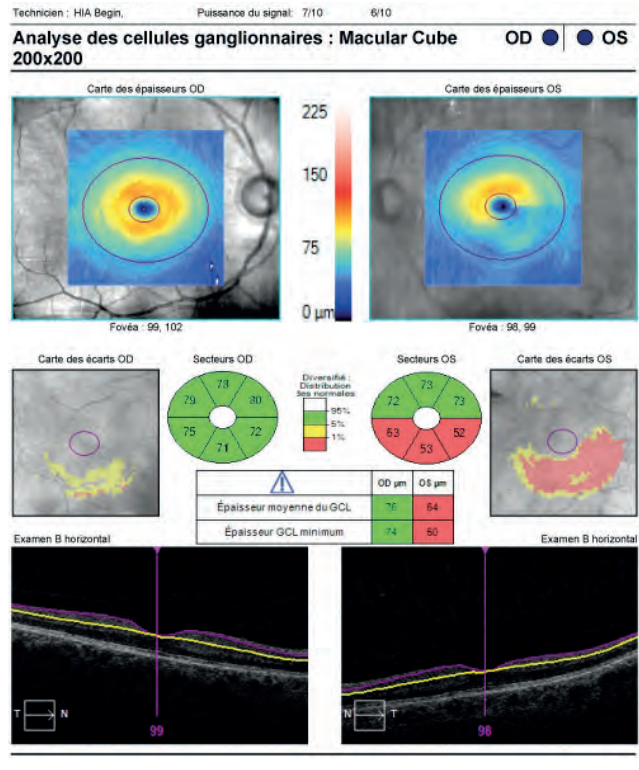
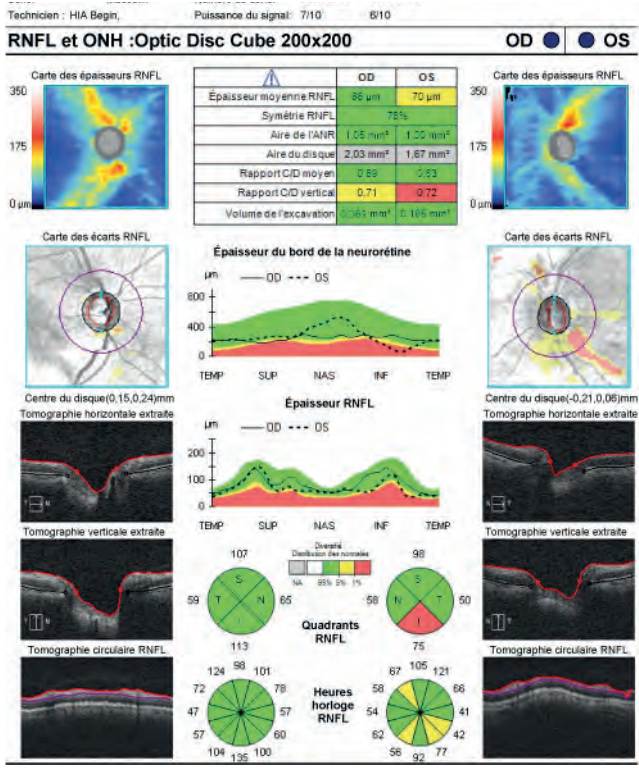
Le relevé OCT-SD de l'analyse des FNR retrouve une atteinte des FNR temporales supérieures droites, avec une suspicion d'atteinte inférieure, associée à une atteinte débutante maculaire du GCL dans le secteur temporal, zone d'atteinte initiale dans les formes cliniques débutantes. À noter la mise en évidence d'un déficit maculaire temporal débutant au niveau de l'OG, a priori sans atteinte décelable des pFNR gauches. Les résultats en OCT-SD XR Avanti sont étroitement corrélés avec ceux rapportés par le Cirrus HD-OCT.



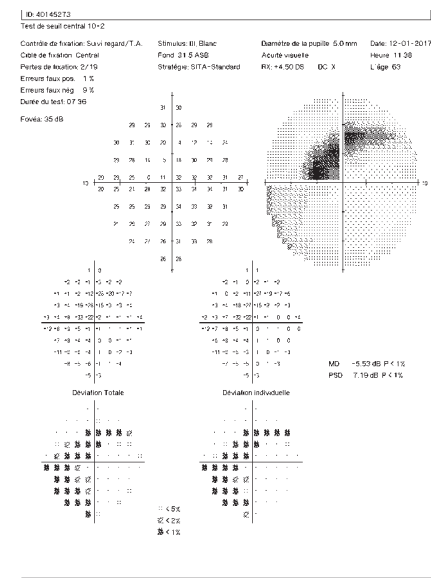
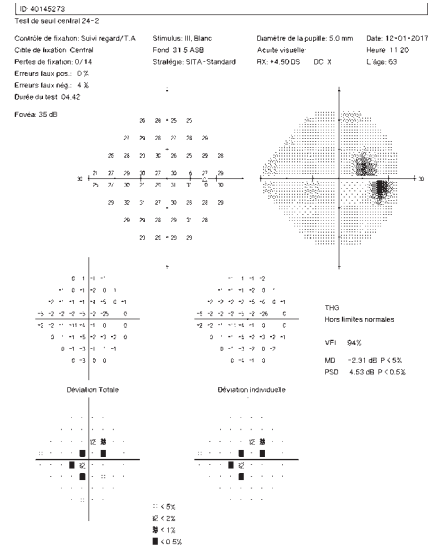
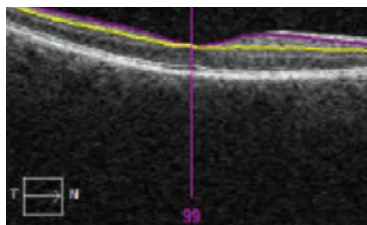
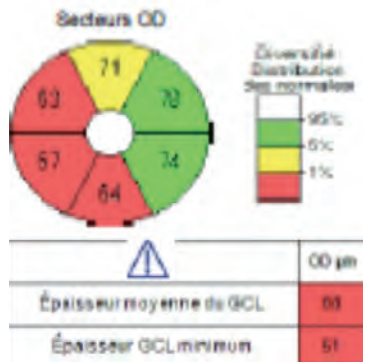
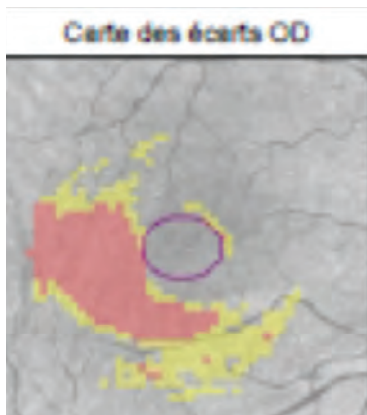
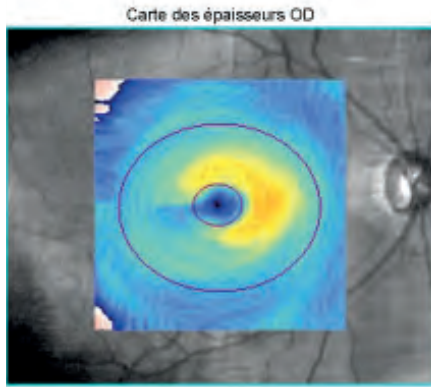
Glaucome débutant - Scotome paracentral

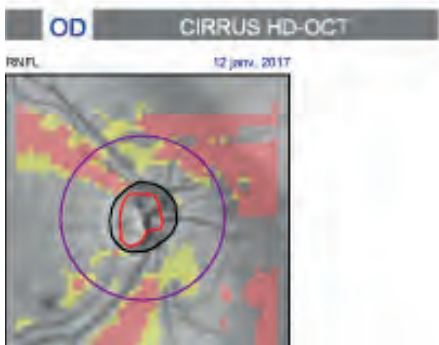
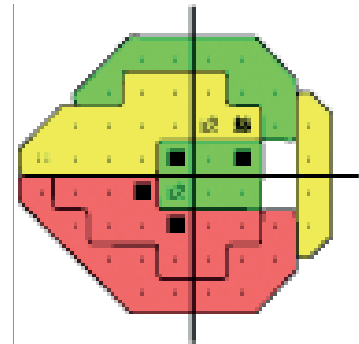
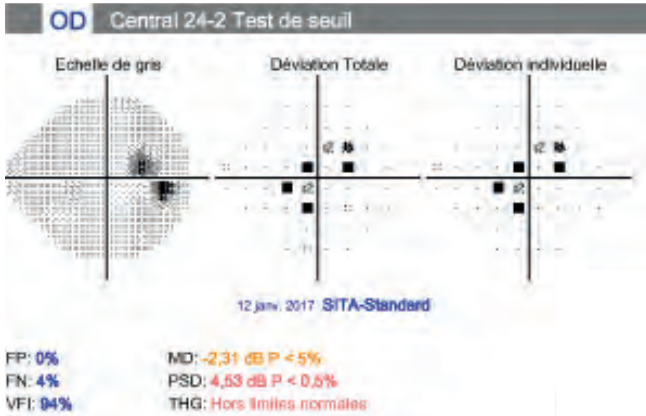
Patient âgé de 68 ans pour GPAO débutant avec scotome paracentral dépisté en PAS 24-2 et précisé au CV 10-2 avec une étroite corrélation de l'atteinte des FNR et du GCC bien objectivée sur les rapports combinés CV-Cirrus HD-OCT.



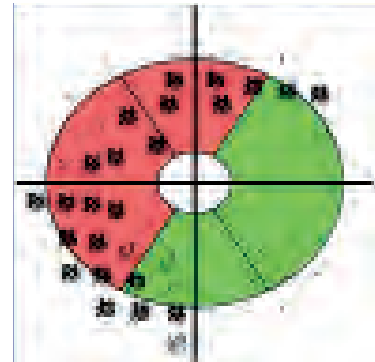
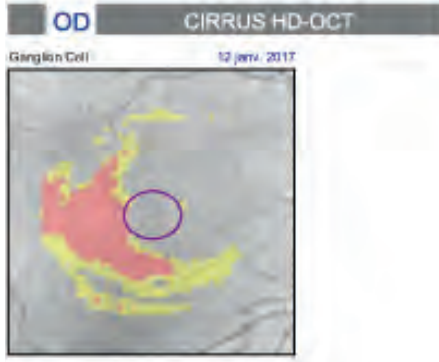
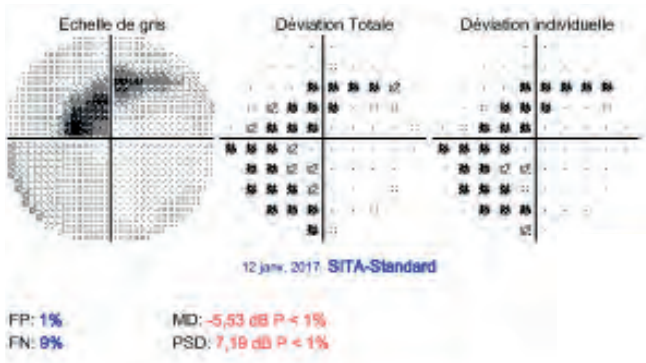


Glaucome débutant – Scotome paracentral





En cas de déficit paracentral l'analyse du CV 10° permet de mieux objectiver l'importance du retentissement fonctionnel et sa corrélation plus étroite avec l'importance de l'atteinte du complexe GCL retrouvée sur le relevé OCT. La projection de son atteinte sur le relevé du CV 10°2 permet une analyse comparative plus démonstrative.

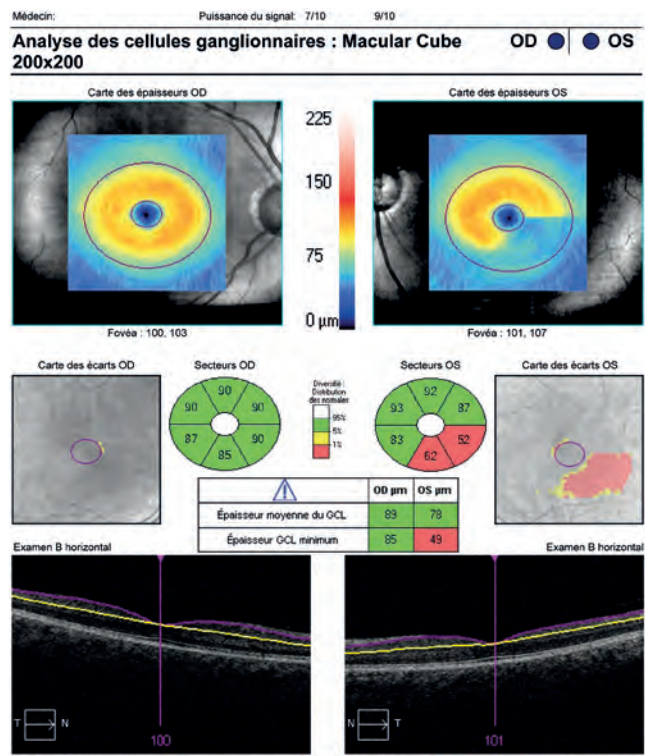
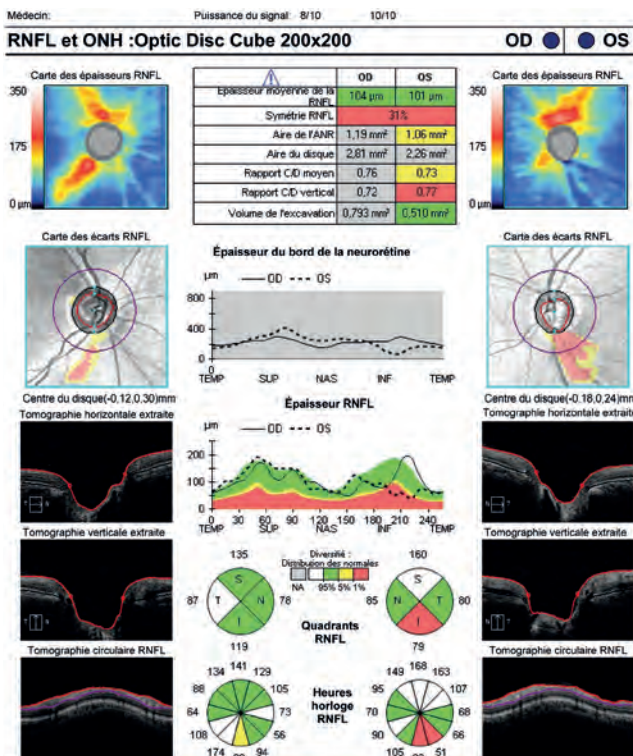
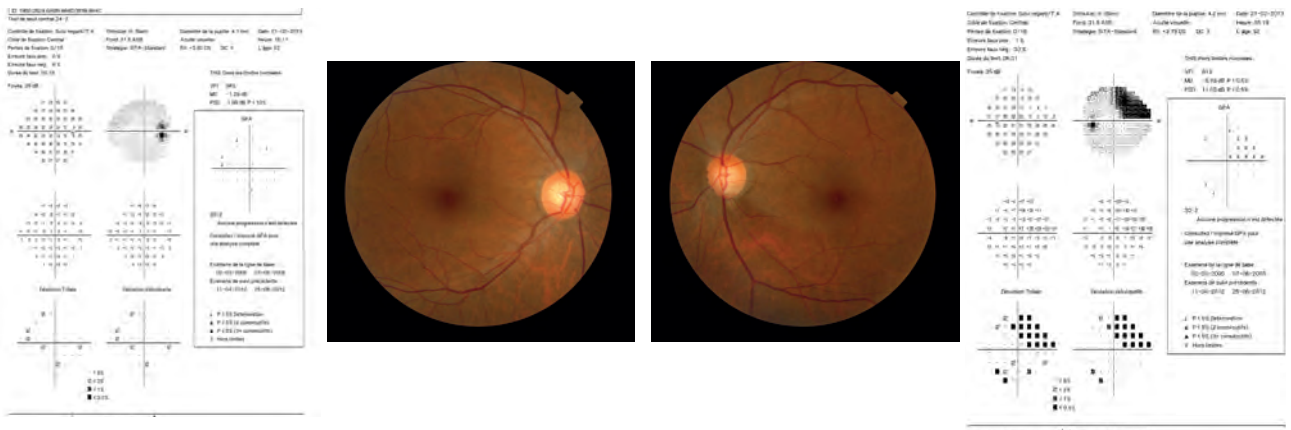


Glaucome débutant

Patiente âgée de 53 ans suivie pour GPAO débutant.

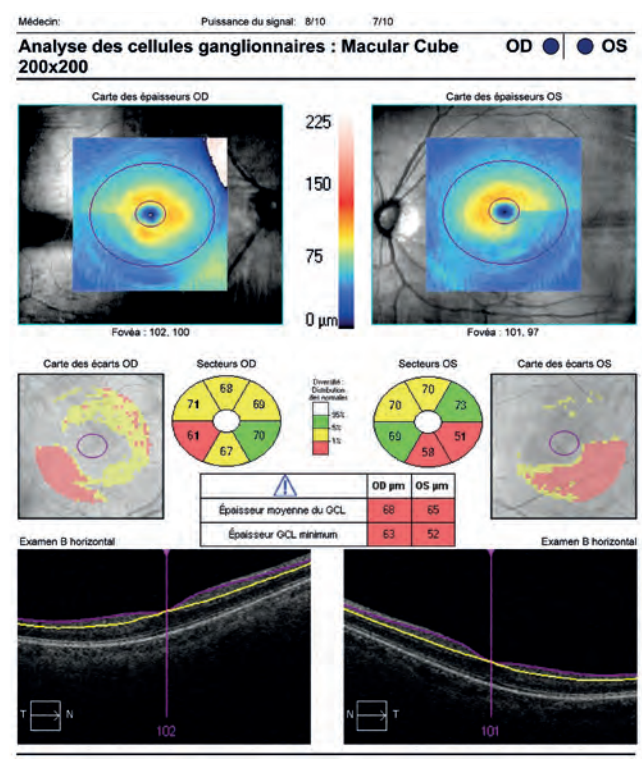
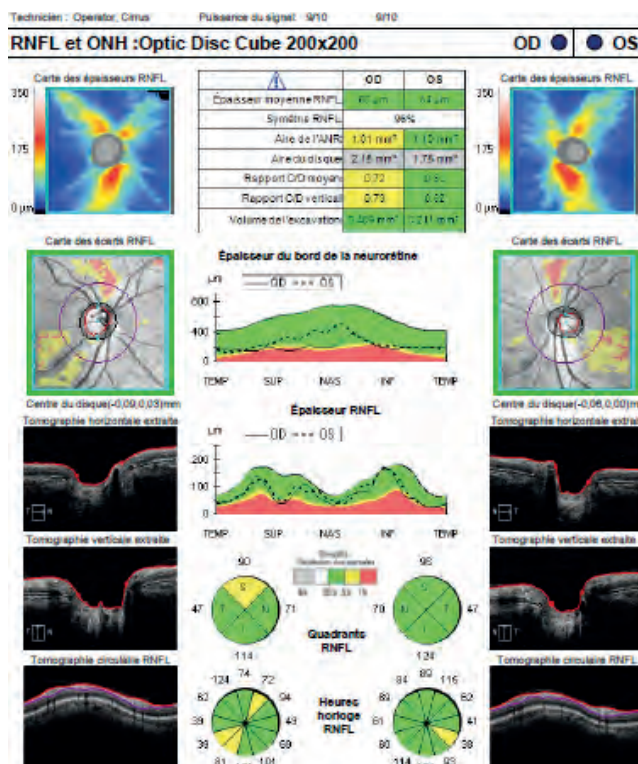
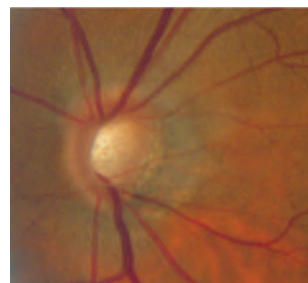
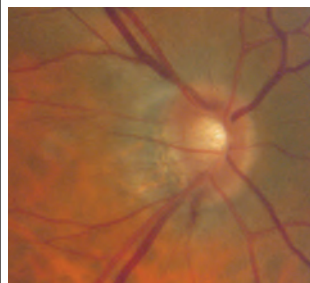
Le relevé OCT-SD dépiste une atteinte débutante des FNR inférieures de l'œil droit, sans atteinte du GCC, non relevée à l'analyse de la TNO ni nettement objectivée au CV.

Le déficit arciforme inférieur des FNR de l'OG est étendu au-delà des FNR issues de la zone maculaire inférieure, soulignant l'intérêt complémentaire de l'analyse OCT des FNR péripapillaires et du GCC qui permettent une évaluation plus étendue des différents secteurs anatomiques atteints.



Myopie de -6D et dysversion papillaire

L'analyse clinique de la TNO est souvent difficile en cas de dysversion et chez le myope. L'OCT-SD confirme l'atteinte des FNR inférieures de l'OD dans le secteur de l'hémorragie de 7h, et de l'OG, corrélées aux déficits supérieurs du CV ; il dépiste également une atteinte bilatérale supérieure des FNR et du GCC, sans déficit associé du CV inférieur et non objectivée à l'examen clinique.

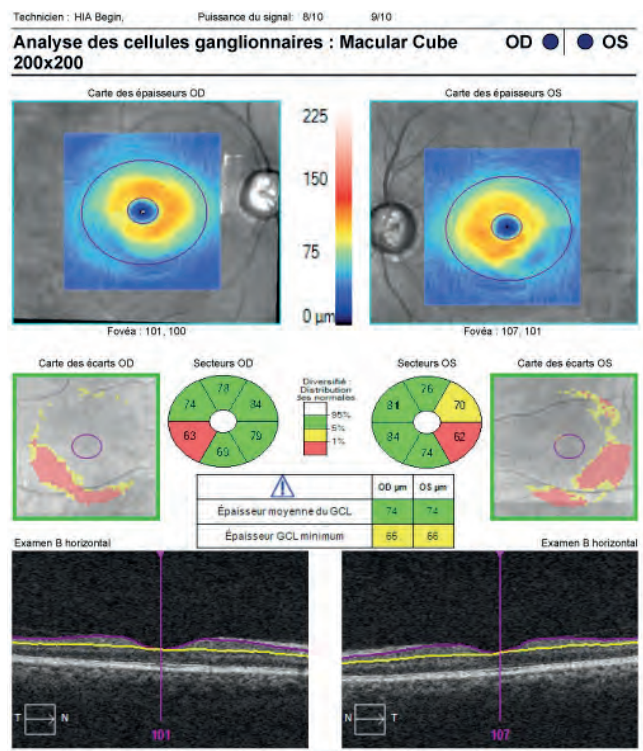
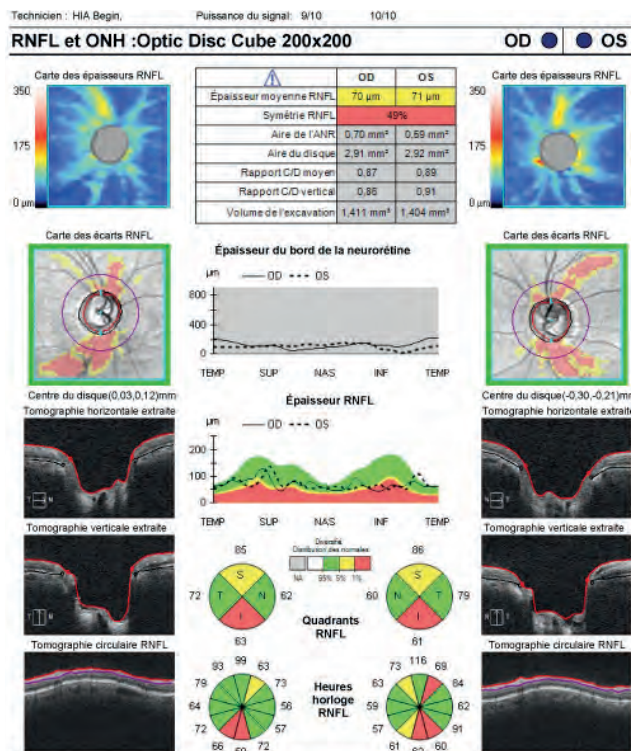
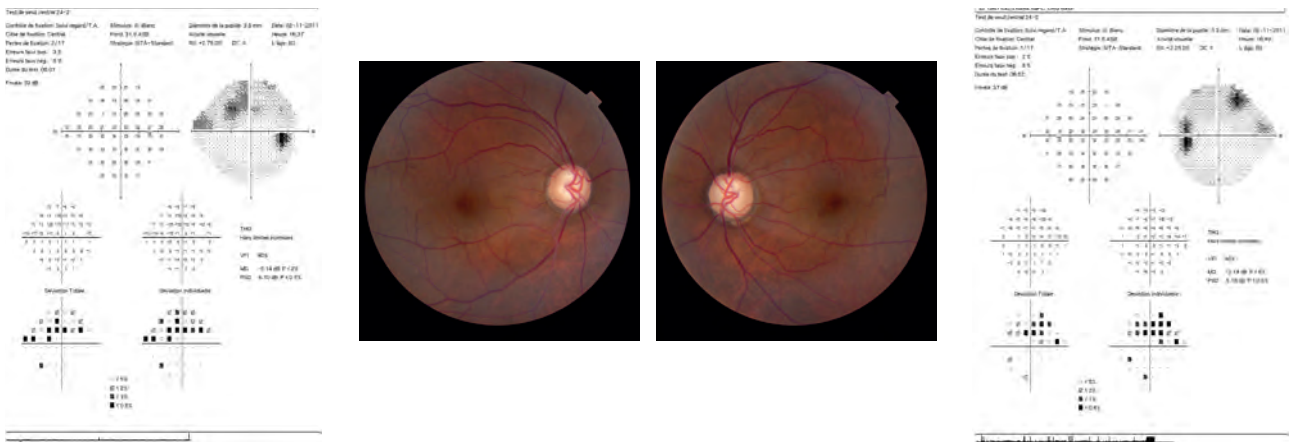


Glaucome modéré

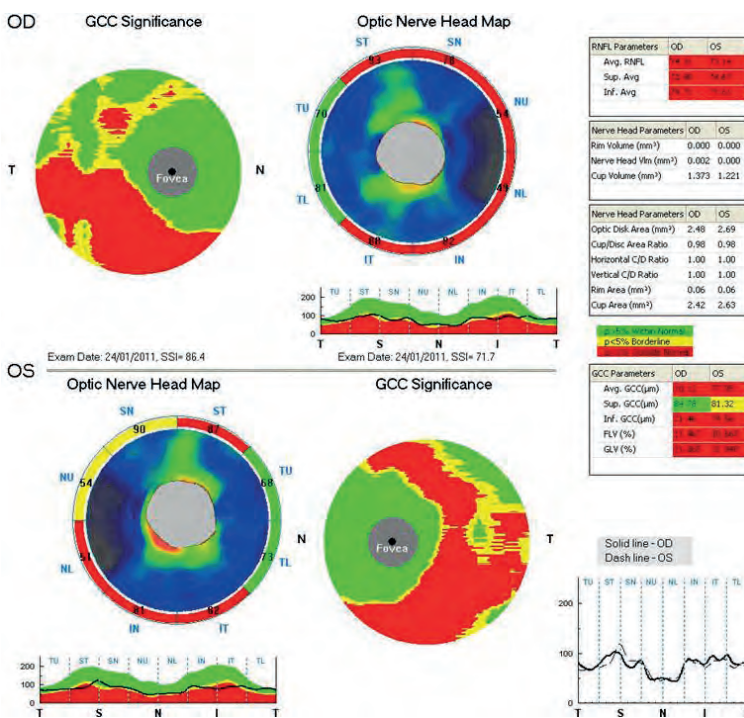
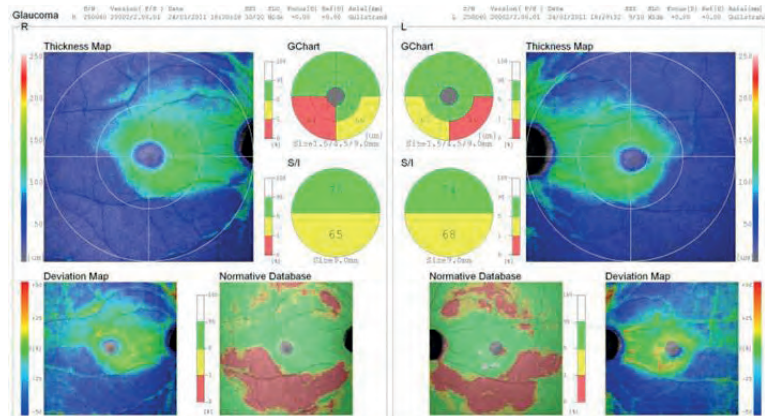
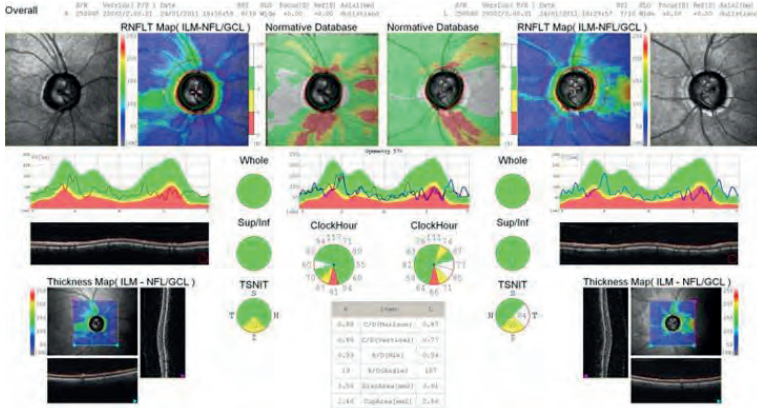
Patient âgé de 63 ans traité depuis 15 ans, PIO 11 et 12 mmHg avec une pachymétrie de 540/535 μm .

L'atteinte des FNR supérieures à l'OCT au niveau des 2 yeux sans atteinte des héli CV inférieurs s'accompagne de déficits du GCC temporel inférieur des 2 yeux moins sévère que ne l'aurait laissé supposer l'analyse OCT des FNR.

Ce résultat est confirmé sur les rétinophotographies qui montrent une atteinte des faisceaux arciformes inférieurs débordant largement, là aussi, le territoire des couches ganglionnaires maculaires.

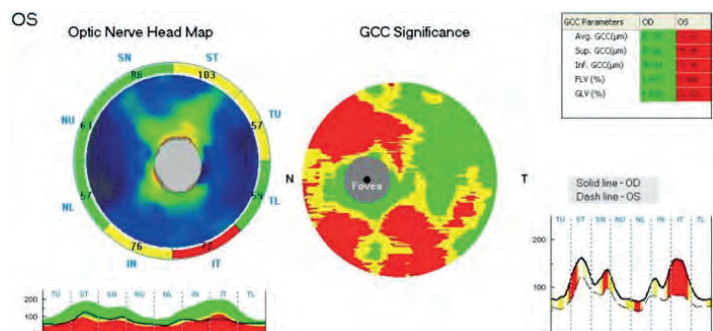
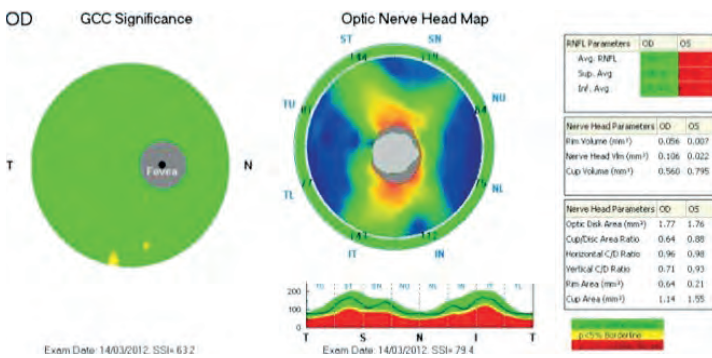
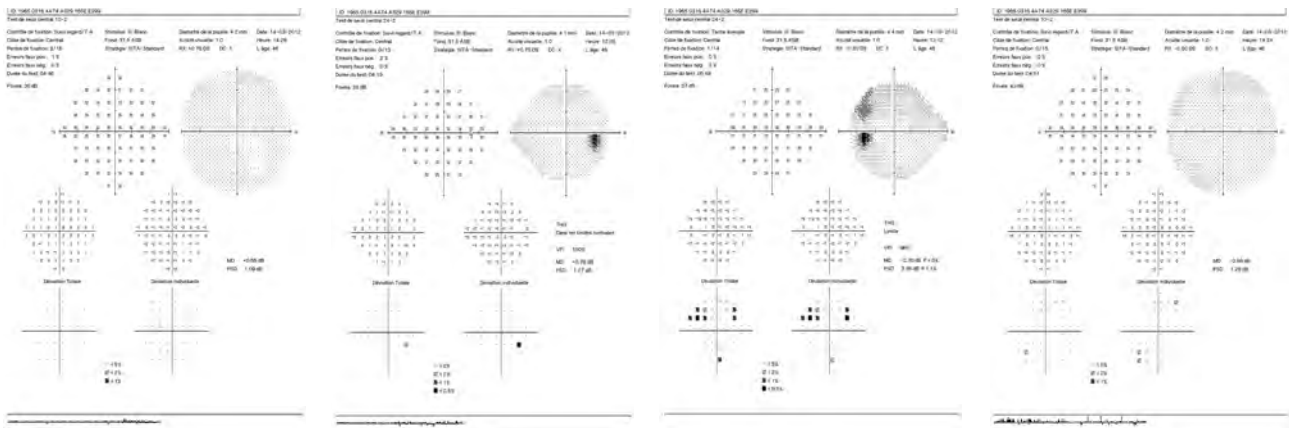


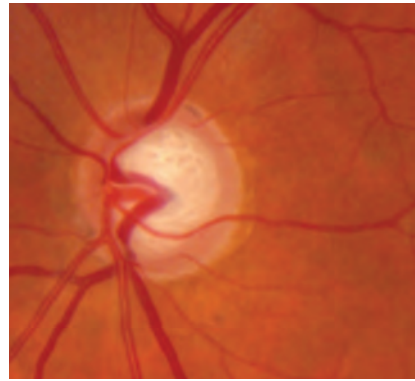
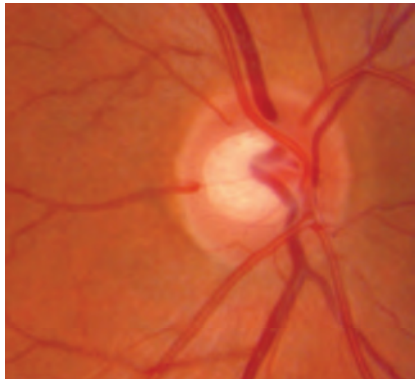
L'analyse en OCT-SD RS 3000 Nidek et XR Avanti retrouve une bonne corrélation de la distribution topographique de l'atteinte des FNR et du GCC rapportée par le Cirrus HD-OCT.



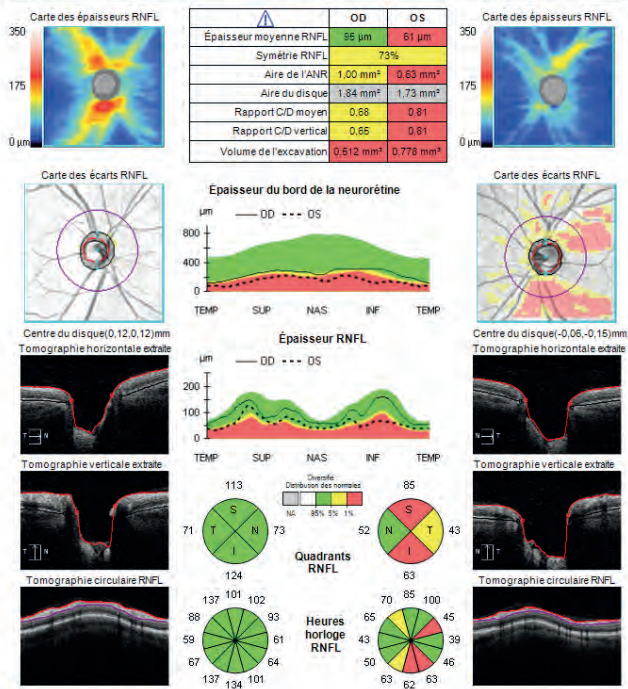
Glaucome unilatéral

Patient âgé de 47 ans suivi et traité pour glaucome unilatéral gauche apparu depuis 3 ans dans le cadre d'une surveillance régulière de grandes papilles avec une grande excavation. L'atteinte avancée du GCC de l'OG, en OCT-SD XR Avanti avec une altération importante des indices FLV et GLV est bien corrélée avec le relevé du complexe GCL par le Cirrus HD-OCT.

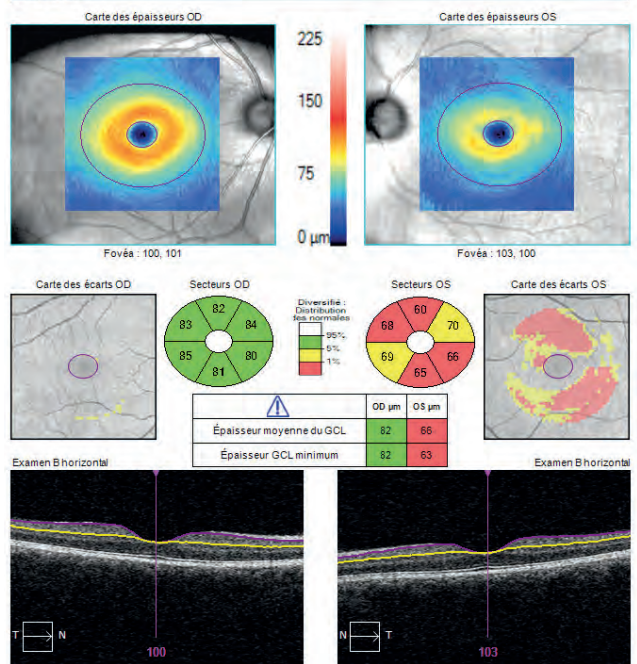




Technicien : HIA Begin, Puissance du signal: 10/10 9/10
RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200 OD OS

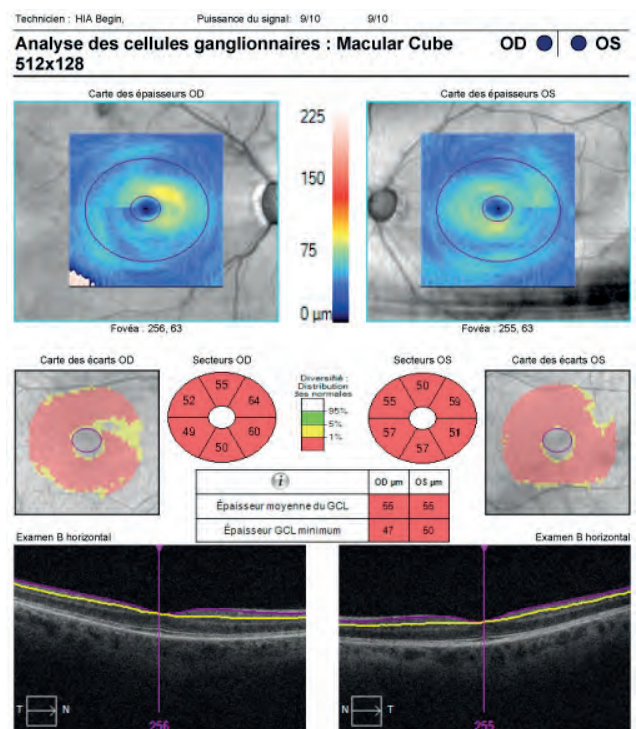
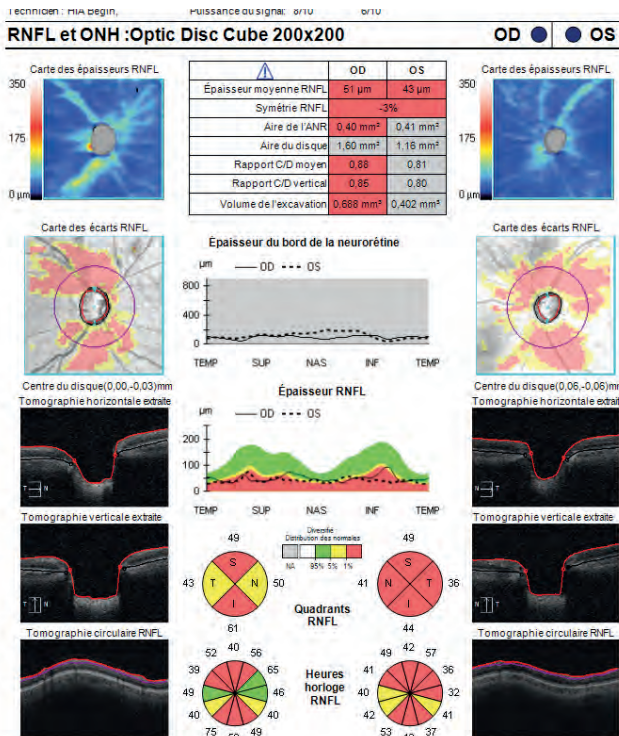
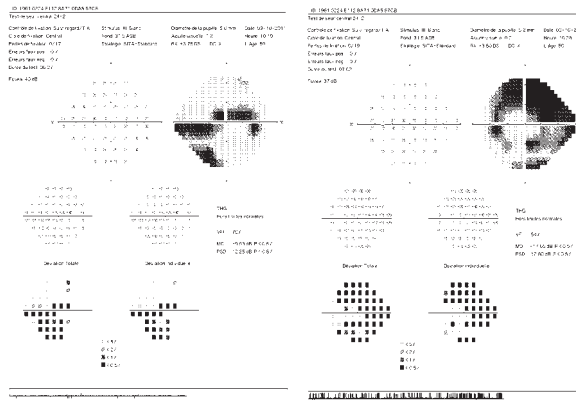
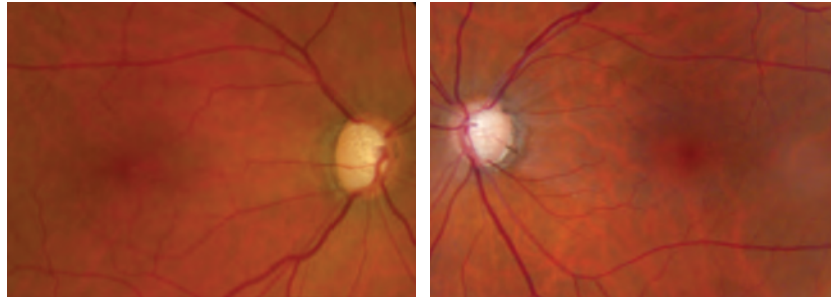


Technicien : HIA Begin, Puissance du signal: 10/10 9/10
Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube 200x200 OD OS

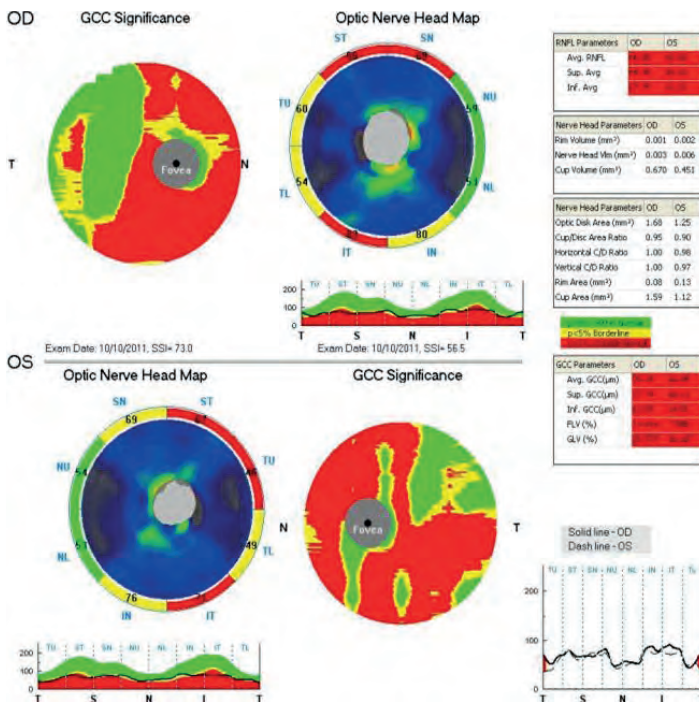
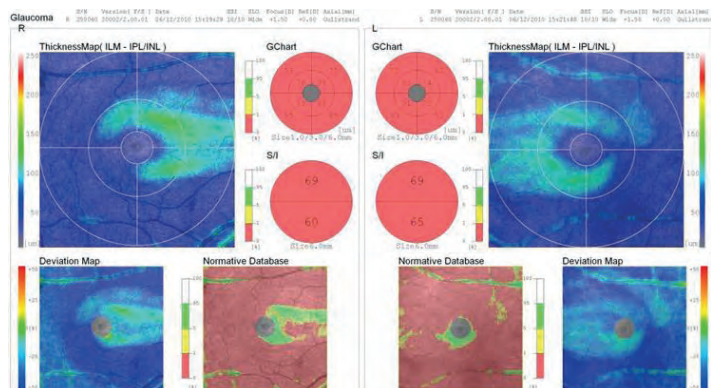
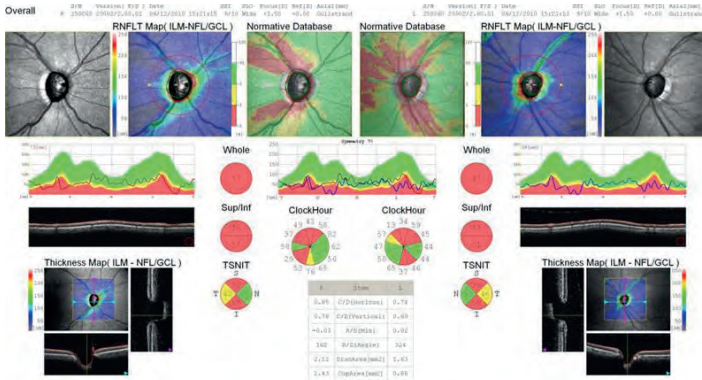


Glaucome évolué

Dans les glaucomes plus évolués au stade avancé, nous avons vu les limites de l'analyse des FNR péripapillaires qui atteignent un « seuil plancher ». L'analyse du GCC permet encore dans ces formes cliniques une évaluation de l'atteinte de la structure et comme nous le verrons, avec certains indices, le suivi de la progression.



L'analyse en OCT-SD RS 3000 Nidek et XR Avanti retrouve une bonne corrélation de la distribution topographique de l'atteinte des FNR et du GCC rapportée par le Cirrus HD-OCT.





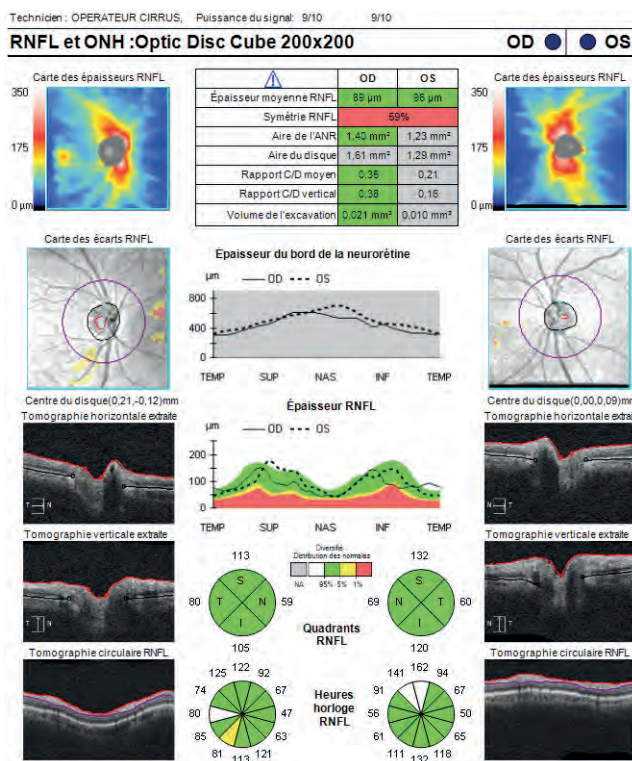
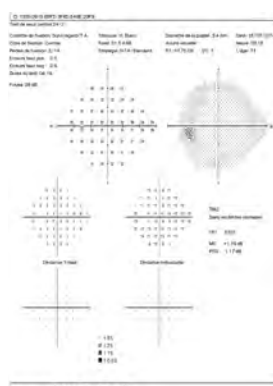
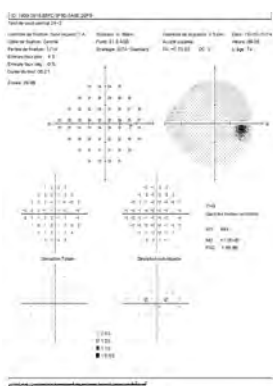
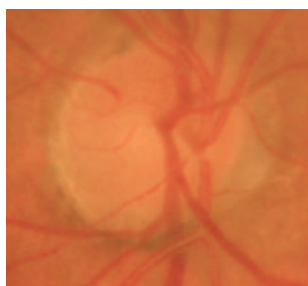
8. Quelques cas particuliers en OCT-SD

- 8.1. Atteinte OCT Isolée**
- 8.2. Intérêt du champ visuel central 10°2**
- 8.3. Dysversion papillaire**
- 8.4. Drusen papillaires**
- 8.5. Forte myopie**

Atteinte OCT isolée ?

Patiente âgée de 75 ans, découverte d'une HTO à 27 mmHg aux deux yeux, avec une ECC à 540 et 530 μm . La PAS blanc-blanc ne relève pas d'atteinte fonctionnelle systématisée.

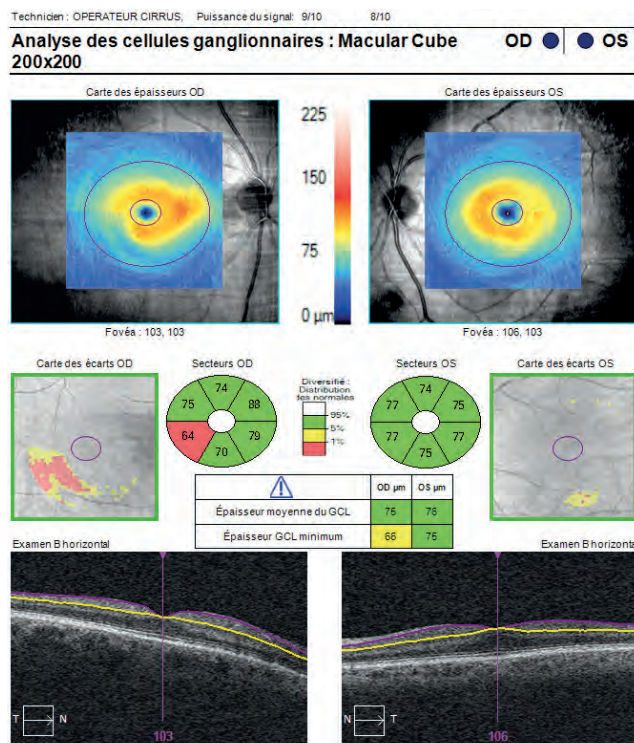
L'attention est attirée sur l'analyse du relevé des FNR en OCT-SD par la suspicion d'une atteinte temporale inférieure droite détectée sur la carte des épaisseurs et sur celle des écarts.



L'analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire confirme une atteinte débutante du GCC dans le secteur temporal inférieur de l'œil droit. Elle souligne l'intérêt de la recherche d'une atteinte fonctionnelle plus précise. L'étude des 10° centraux du CV pratiqué objective un déficit central dont la topographie est corrélée avec celle de l'atteinte du GCC.

Ce cas clinique illustre l'intérêt du CV central 10°² chez les patients glaucomateux ou suspects de glaucome devant une atteinte isolée de l'analyse du GCC en OCT-SD avec un CV 24°² normal.

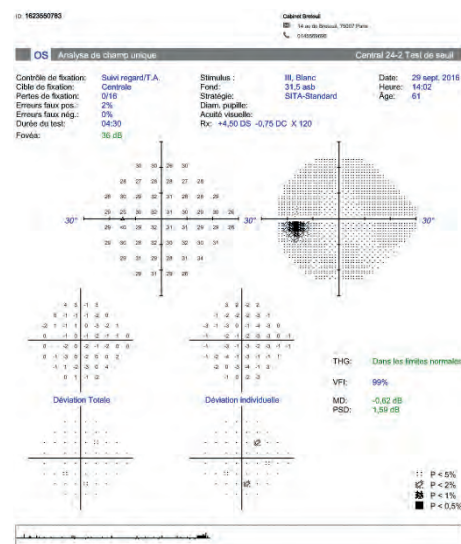
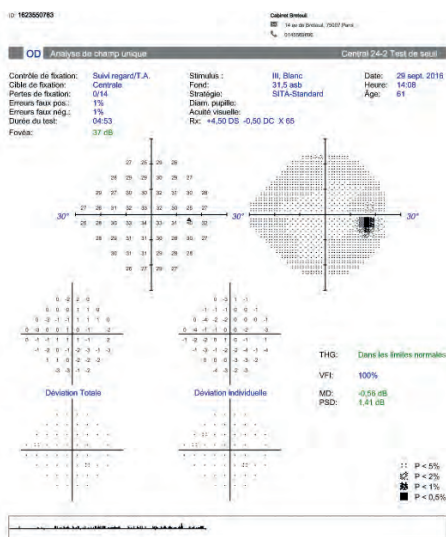
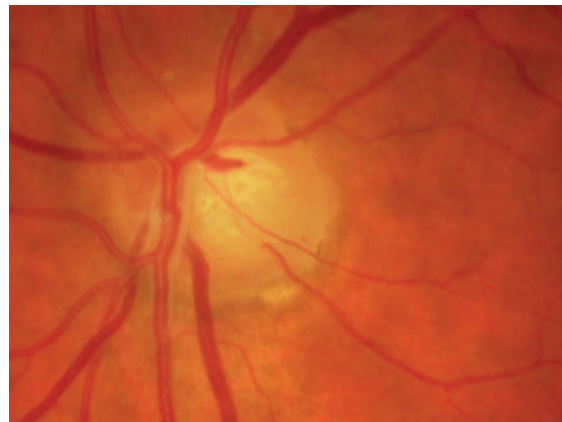
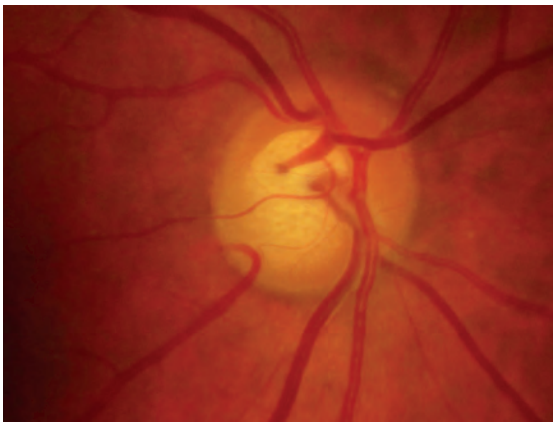
Plusieurs études rapportent ainsi l'intérêt de l'analyse du GCC pour le diagnostic des glaucomes débutants avec des atteintes initiales du CV central et paracentral chez 18 à 20 % de ces formes cliniques, avec une sensibilité particulière de l'indice GC IPL du Cirrus HD-OCT.



Dysversion papillaire

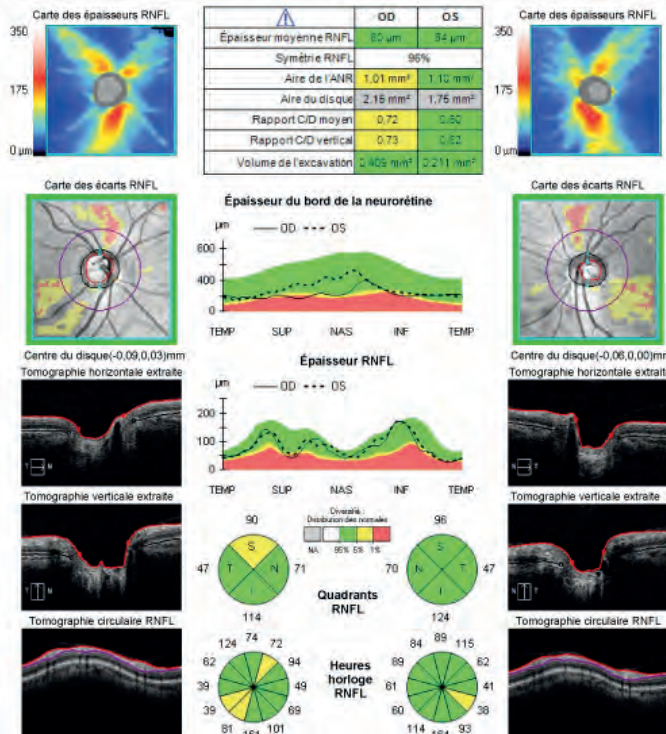
Patiente de 62 ans, hypermétrope de +1.50D, sans HTO avec dysversion papillaire.

En cas de dysversion papillaire importante, le relevé OCT-SD peut être perturbé avec la présence d'une suspicion de déficit des FNR liée à la modification de la distribution topographique des FNR au niveau du pôle postérieur. Ces résultats faux positifs en OCT sont dus à l'analyse statistique des données du relevé de tout patient avec la base normative limitée des OCT-SD qui ne couvre pas toutes les variations interindividuelles possibles des FNR et de leurs répartitions anatomiques. Ce cas clinique illustre également la nécessité absolue de confronter tout examen OCT-SD avec les données de l'examen clinique.



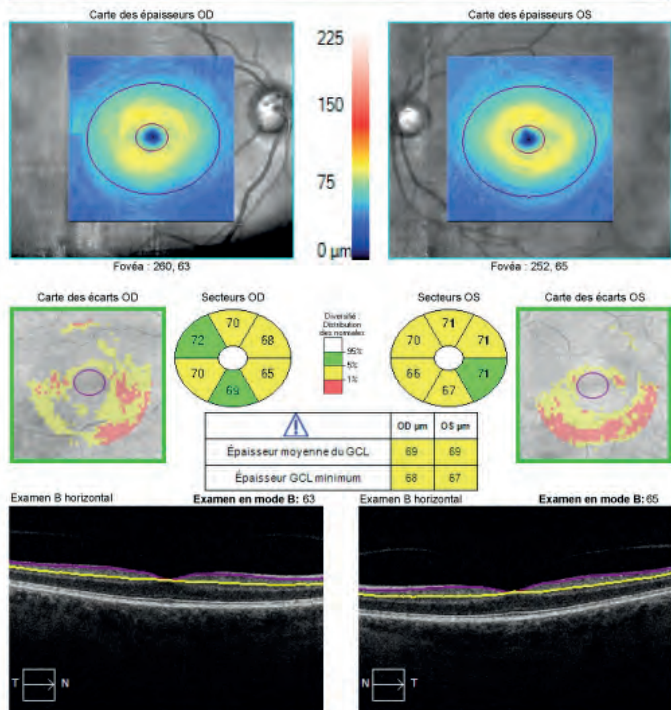
RNFL et ONH :Optic Disc Cube 200x200

OD ● ● OS



Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube 512x128

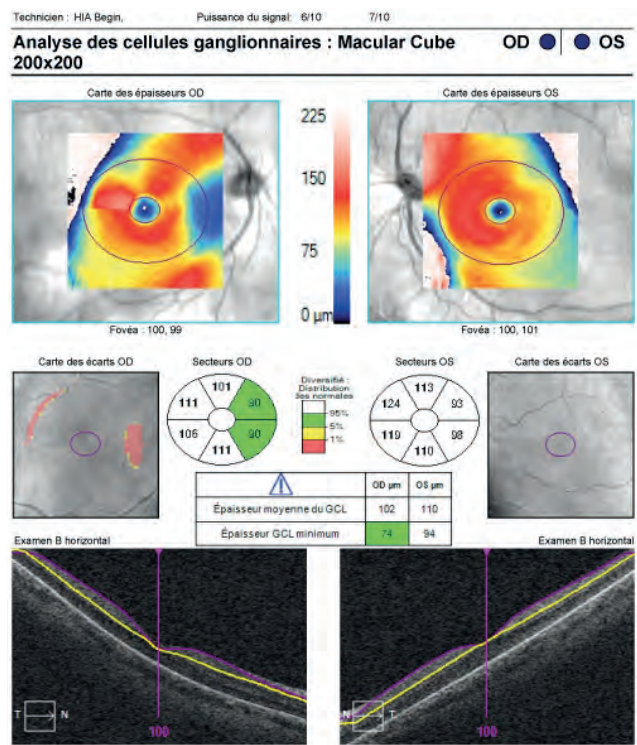
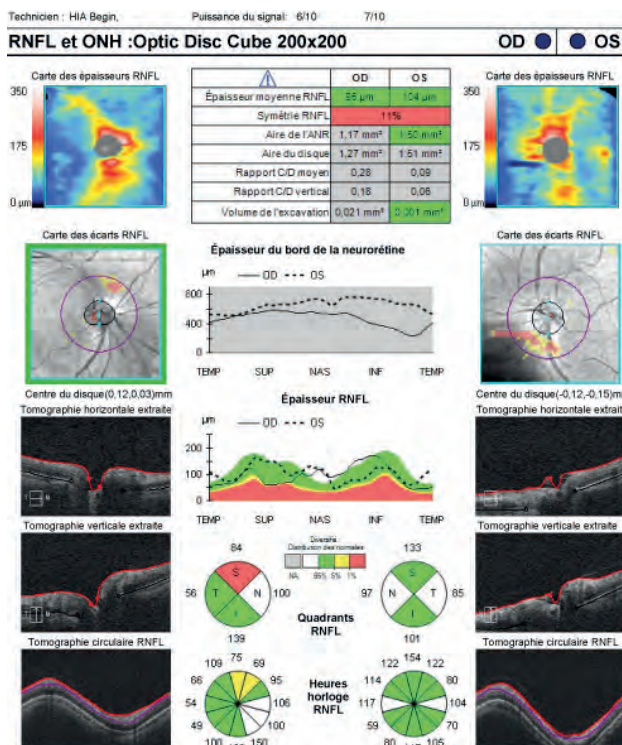
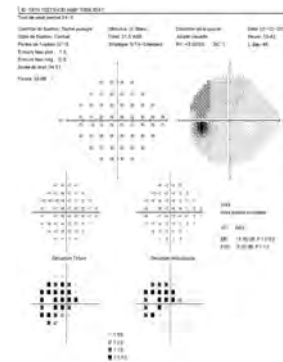
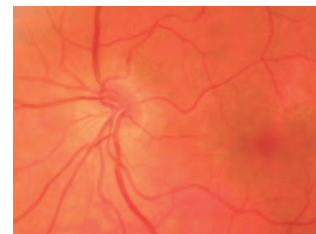
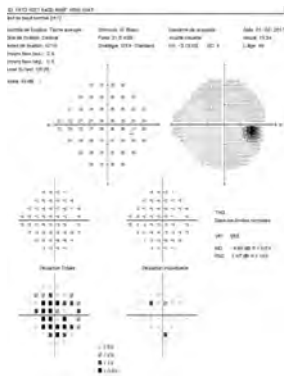
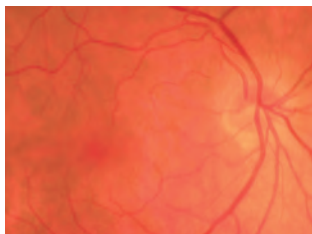
OD ● ● OS



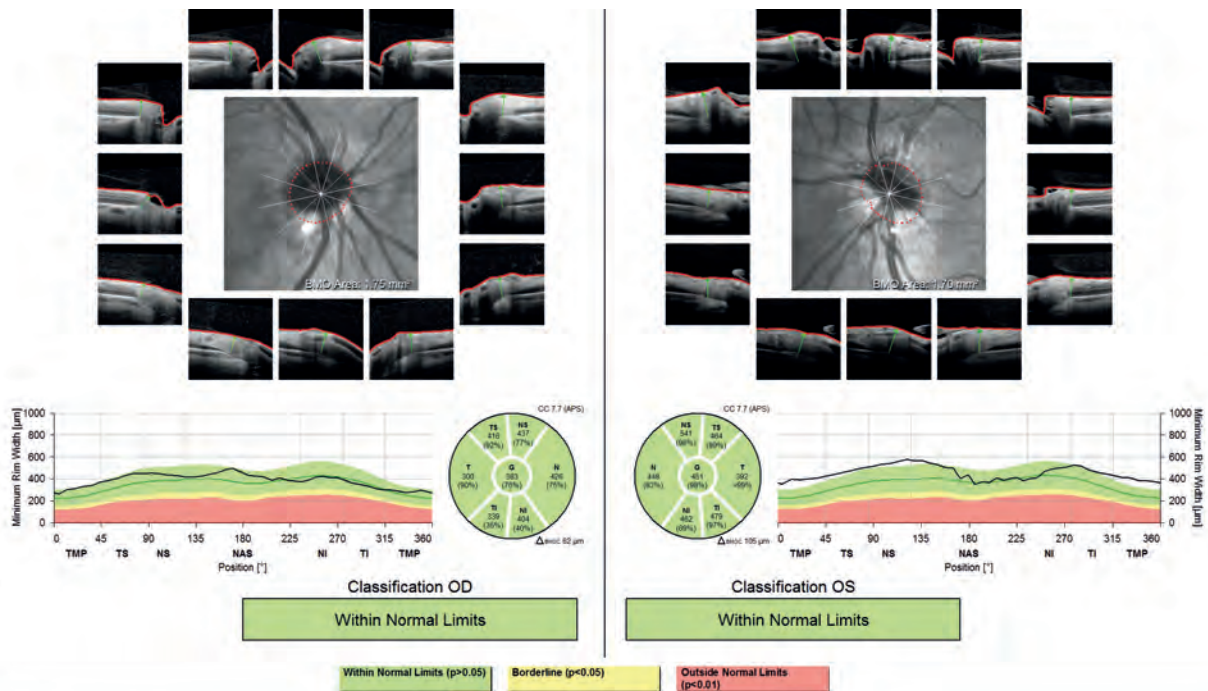
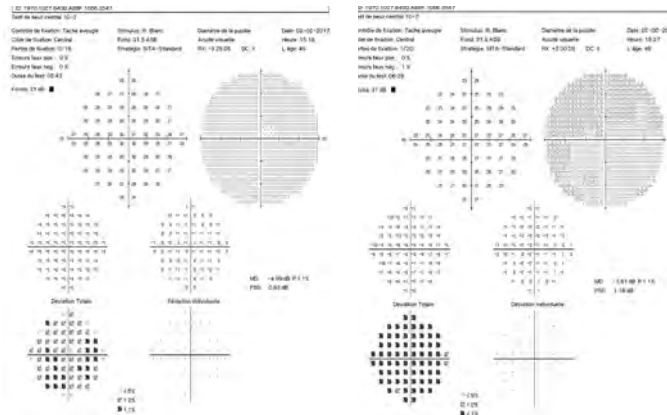
Dysversion papillaire

Homme âgé de 47 ans, sans antécédent, avec une PIO à 16 mmHg et une pachymétrie à 560 μm .

La dysversion papillaire horizontale de l'OD myope de -8D avec un fort astigmatisme de 6D perturbe le relevé OCT de l'analyse des FNR, avec une pseudo atteinte des FNR supérieures. Si la dysversion nasale inférieure importante de l'OG myope de -5D avec un astigmatisme d'1D perturbe moins l'analyse des FNR en OCT, elle explique le déficit temporel supérieur du relevé du CV en PAS 24°2.



L'analyse de l'indice MRW-BMO de la TNO, dans cette forme clinique de dysversion papillaire, confirme l'absence d'atteinte des FNR au niveau des limites de terminaisons de la membrane de Bruch (véritables limites du canal scléral) où l'ensemble des axones des FNR sont regroupés.



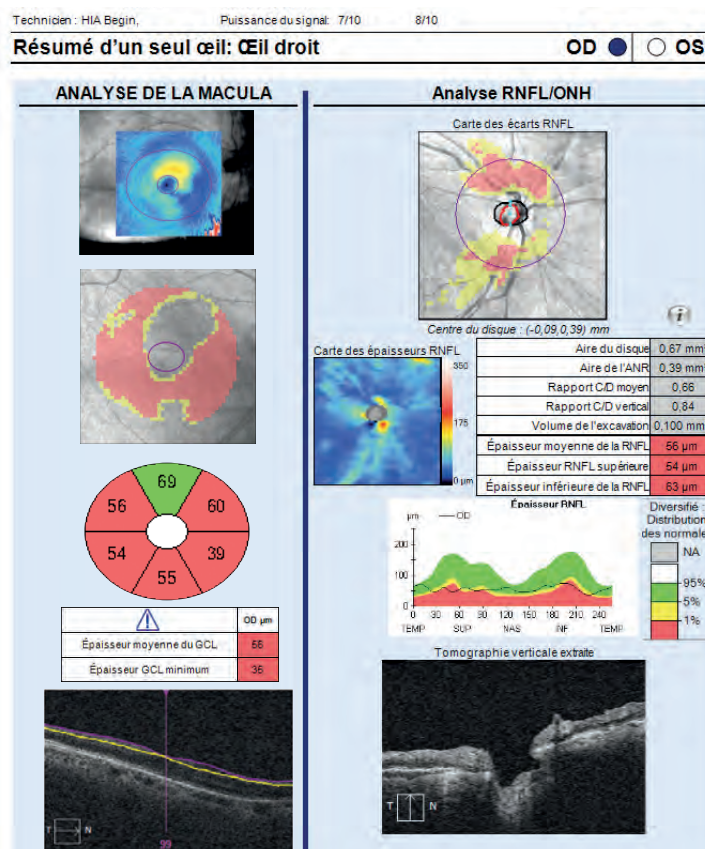
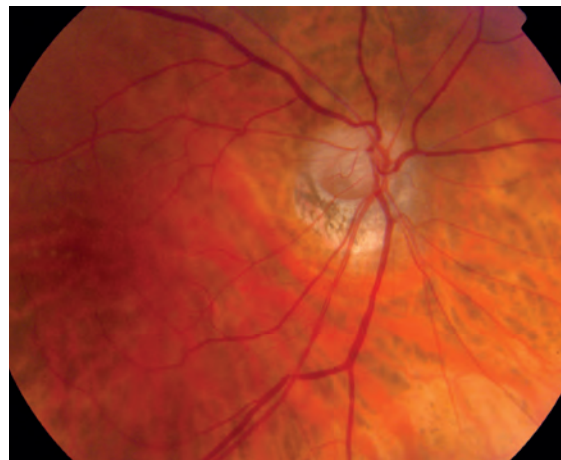
Notes:

Date: 03/02/2017

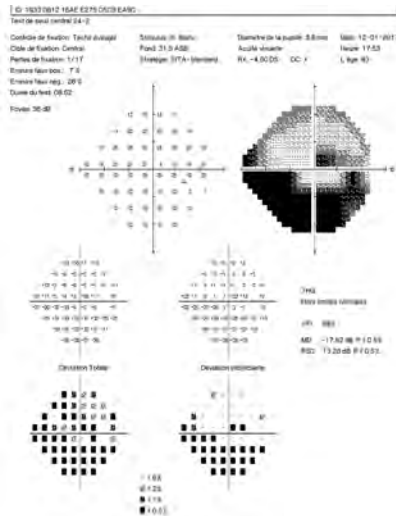
Signature:

Dysversion papillaire et glaucome

En cas de dysversion papillaire horizontale, les conséquences de la distribution topographique des FNR et de l'atrophie péripapillaire donnent un aspect de déficit supérieur et inférieur des FNR sur le relevé OCT-SD. Dans ce cas clinique, la dysversion papillaire associée à une myopie de -8D. et à un glaucome à angle ouvert pose des difficultés d'interprétation de l'analyse des FNR en OCT-SD lors du premier examen. La confrontation avec l'analyse du CV permet de mieux préciser l'atteinte fonctionnelle inférieure liée au glaucome.

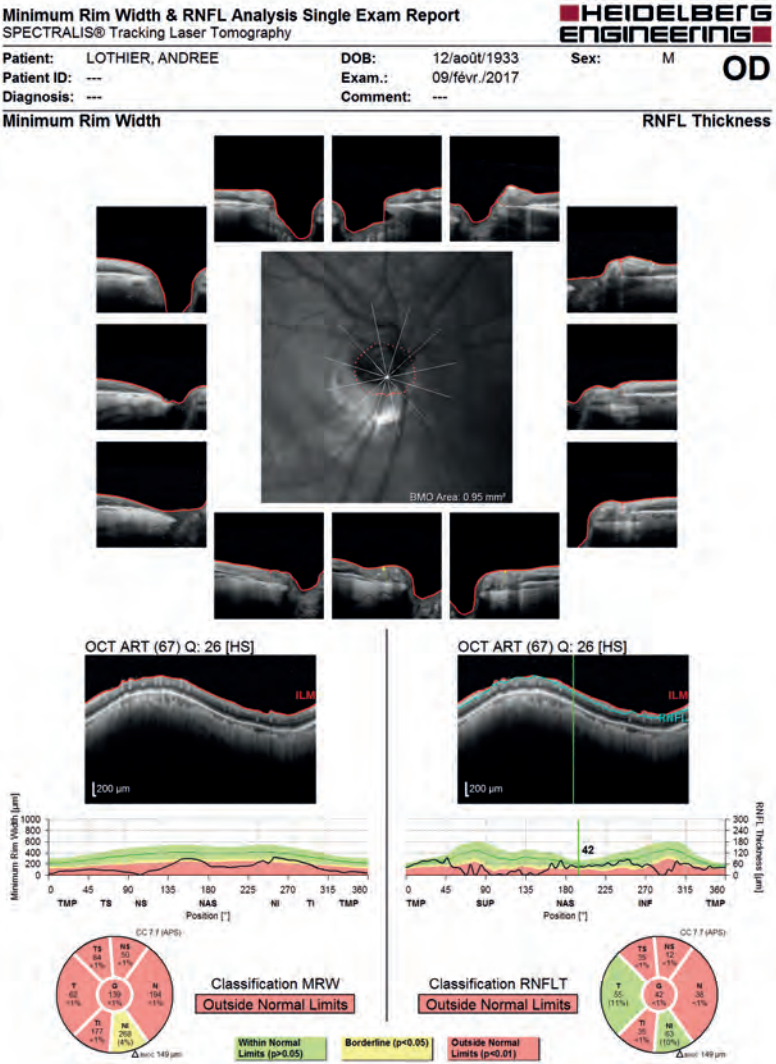


La confrontation avec l'analyse du CV permet de mieux préciser l'atteinte fonctionnelle inférieure liée au glaucome.



Le relevé du CV 24-2 œil droit objective un scotome de Bjerrum inférieur et arciforme supérieur débutant.

L'analyse des FNR en OCT-SD Spectralis est superposable à celle du Cirrus HD-OC L'étude de l'indice MRW-BMO précise l'atteinte de la tête du nerf optique.

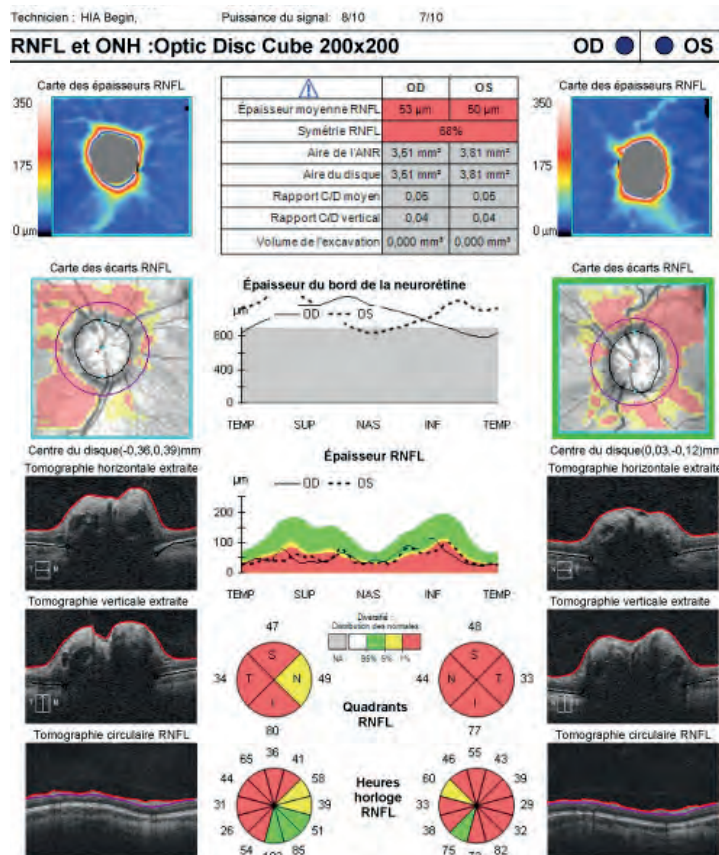
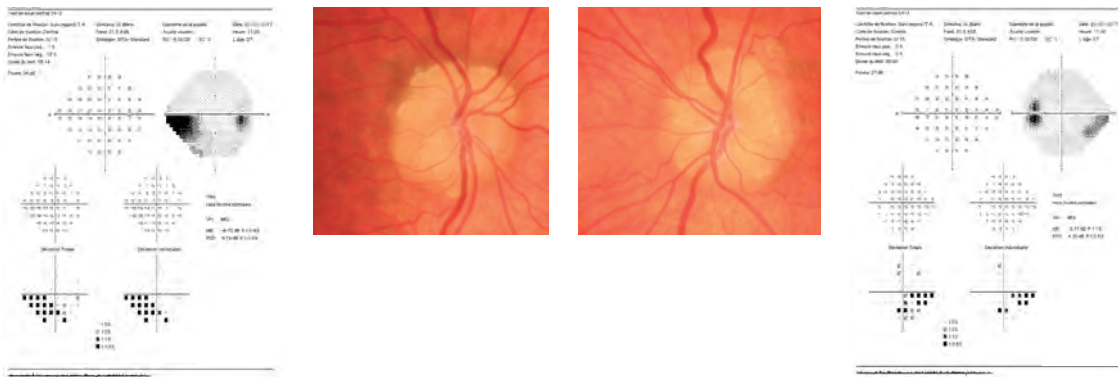


Drusen papillaires

Patient âgé de 28 ans sans HTO, avec pachymétrie à 530 μm .

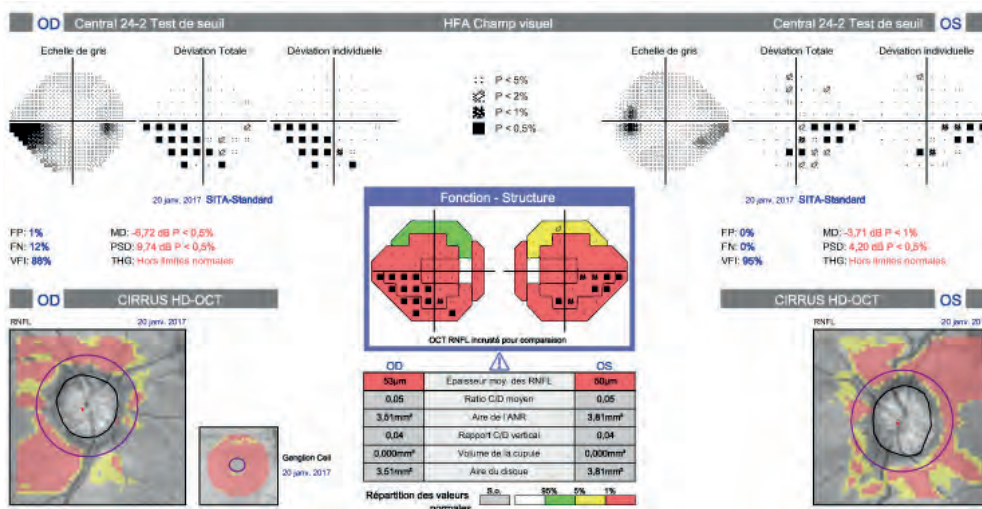
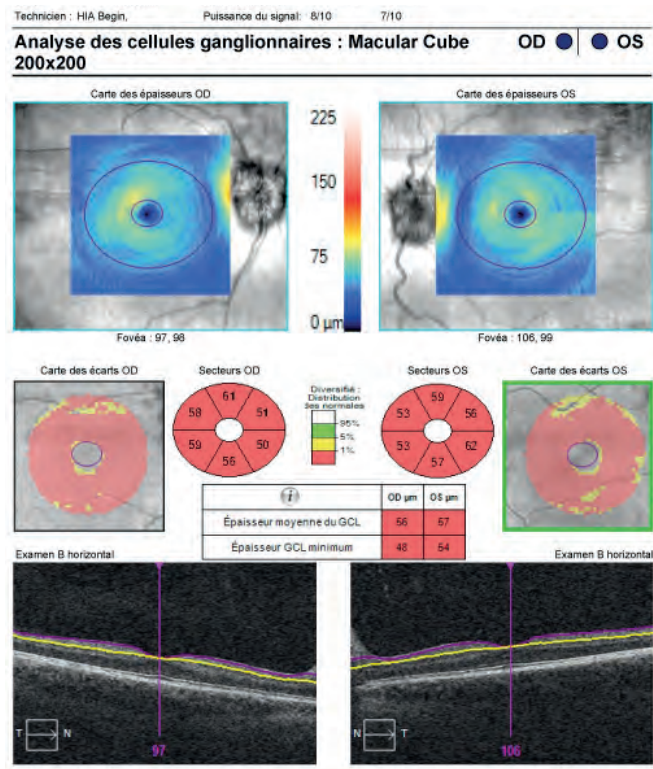
La présence de drusen papillaires perturbe notablement l'analyse des FNR avec ici l'aspect d'un déficit important sur près de 360° en OCT-SD.

Les drusen peuvent être à l'origine de déficits pseudo-glaucomeux du CV, source de difficultés d'interprétation imposant une surveillance clinique régulière.

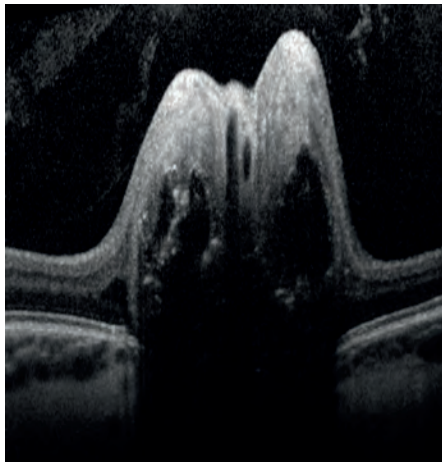
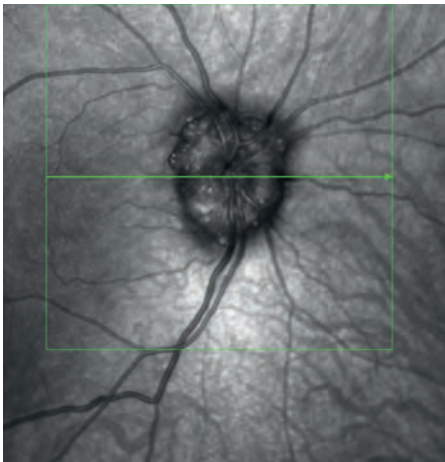


Le relevé de l'analyse du GCC est également très perturbé.

La possibilité d'obtenir un relevé avec la projection des déficits structuraux des FNR sur la représentation des déficits fonctionnels du CV grâce au programme « Glaucoma Workplace » permet de mieux discriminer le retentissement fonctionnel sur le CV des atteintes des FNR liées aux drusen.

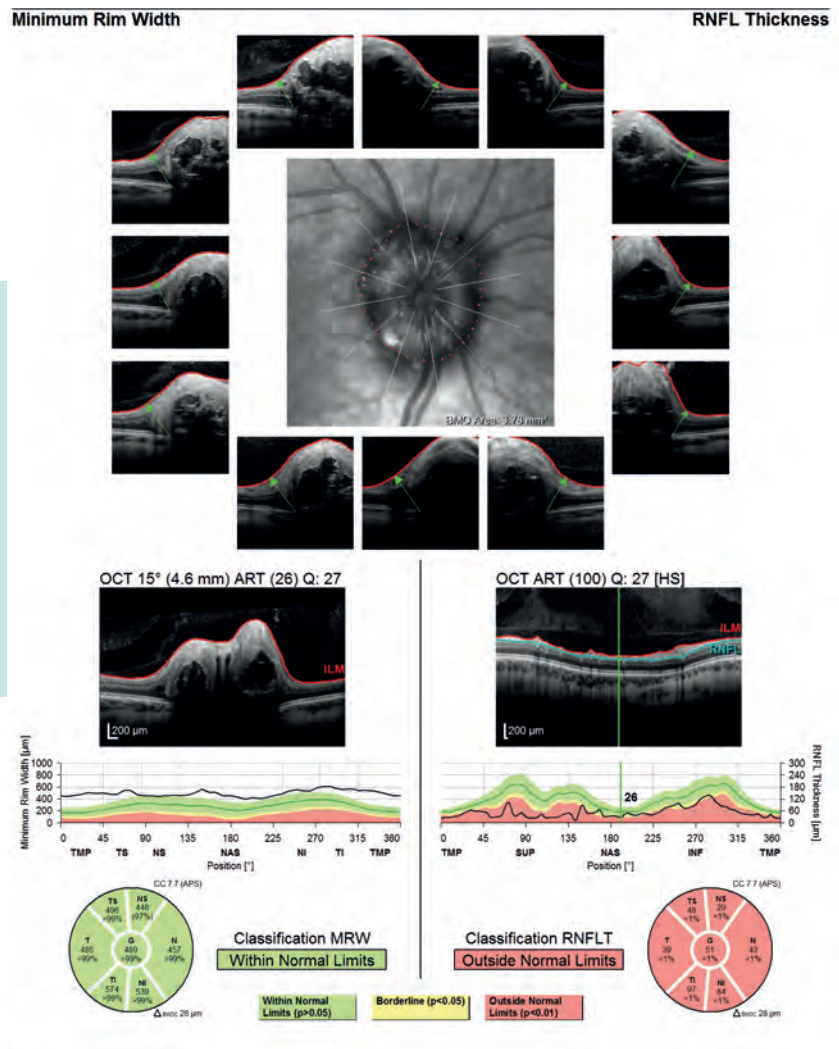


Drusen papillaires



L'analyse de la papille précise l'importance des drusen.

L'analyse en OCT-SD Spectralis retrouve un relevé des FNR très perturbé avec un indice MRW-BMO d'analyse de la TNO au niveau de la membrane de Bruch non perturbé.



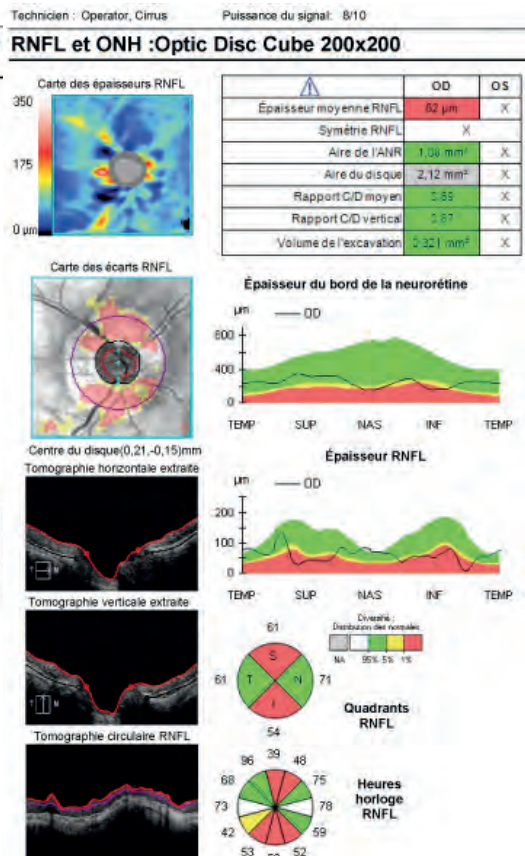
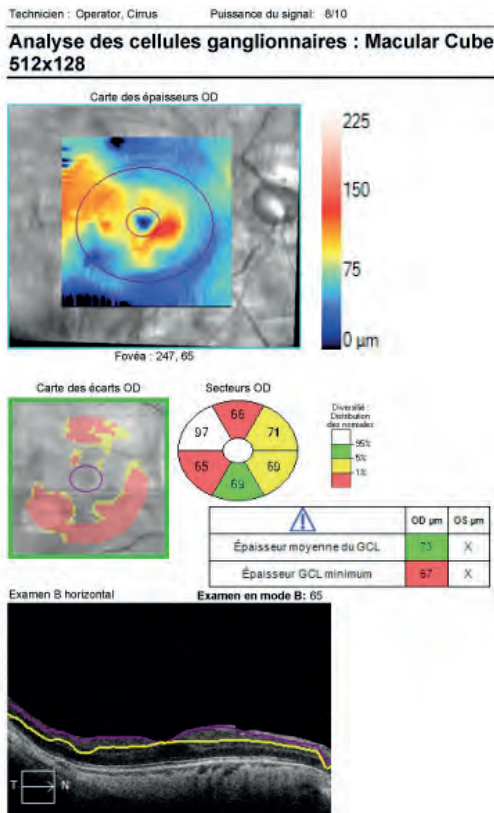
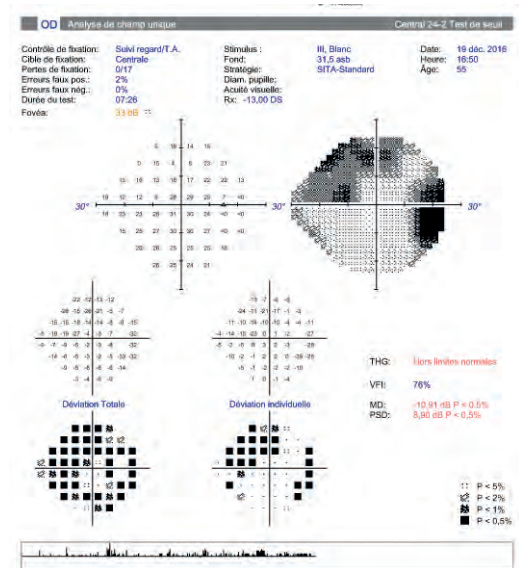
Notes:

Date: 08/02/2017

Signature:

Forte myopie -15D

Le cas de ce patient âgé de 55 ans, myope de -15D illustre bien les limites de l'analyse des FNR dans les fortes myopies associées à d'importantes atrophies péripapillaires. L'analyse du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire, plus fiable et reproductible, doit être privilégiée dans ces formes cliniques.



En résumé, nous pouvons retenir que les mesures maculaires en OCT-SD sont aussi sensibles que les mesures de la couche des FNR pour détecter le glaucome, avec parfois une supériorité dans certaines formes cliniques très précoces, notamment dans les atteintes initiales paracentrales débutantes fréquentes, où elles sont seules à permettre un dépistage dans environ 20 % des cas.

Pour le diagnostic des glaucomes périmétriques plus évolués, la mesure de la couche des FNR péripapillaires reste le paramètre OCT optimal qui doit être retenu. L'analyse du complexe GCC améliore la précision diagnostique, et son étendue. Dans tous les cas elle reste, à ce jour, supérieure à celle de l'analyse des paramètres de la TNO.

En cas de dysversion papillaire, l'analyse en OCT-SD des FNR péripapillaires et de la TNO reste encore moins performantes que l'analyse du complexe GCC. Les nouveaux repérages de la limite de la membrane de Bruch dans les acquisitions de la TNO (indice MRW-BMO) doivent permettre une meilleure analyse de ces formes cliniques.

Le diagnostic du glaucome chez le myope fort est toujours difficile en raison des nombreuses variations anatomiques de ces yeux myopes modérés ou forts, avec un plus grand taux de résultats faux positifs. La plus grande capacité diagnostique des paramètres maculaires chez les myopes forts, en particulier des indices complémentaires (GLV, FLV), doit être retenue avec cependant au moins 10 % d'acquisitions de mauvaise qualité.



9. Pièges en OCT-SD

9.1. Pendant l'acquisition

- 9.1.1. Facteurs liés au patient
- 9.1.2. Facteurs liés à l'opérateur
- 9.1.3. Facteurs liés à l'appareil

9.2. Après l'acquisition

- 9.2.1. Anomalies de l'interface vitréo-rétinienne, hyaloïde épaissie, MER
- 9.2.2. Traction vitréo-rétinienne
- 9.2.3. GPAO et maculopathie
- 9.2.4. GPAO et DMLA
- 9.2.5. Fovea plana

Les pièges en OCT-SD dans le glaucome sont nombreux. Leur fréquence est à l'origine de résultats faux positifs rapportés jusque chez 26 % des sujets sains et chez 40 % des glaucomes débutants environ.

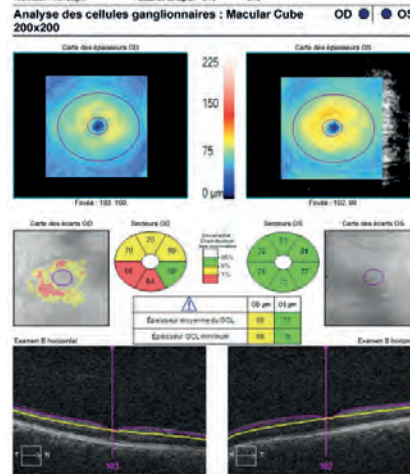
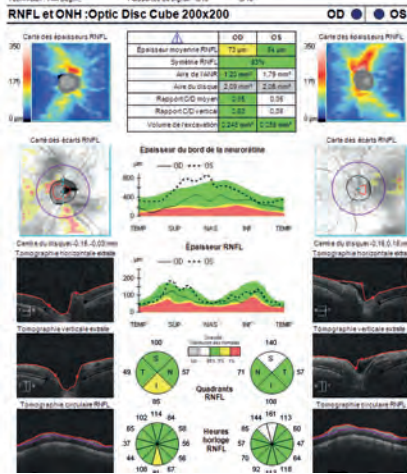
Ces pièges en OCT-SD regroupent l'ensemble des acquisitions et des analyses en inadéquation avec la réalité de l'atteinte structurale. Il s'agit soit d'un rapport anormal sans véritable atteinte structurale, soit d'un rapport à priori normal alors qu'il existe une atteinte structurale.

Ils doivent être bien connus et reconnus, non seulement pendant l'acquisition, au cours de laquelle ils peuvent et nécessitent d'être immédiatement corrigés, mais également après une acquisition de bonne qualité, où leur reconnaissance passe par la qualité de l'interprétation des relevés avec une bonne compréhension des limites de l'examen.

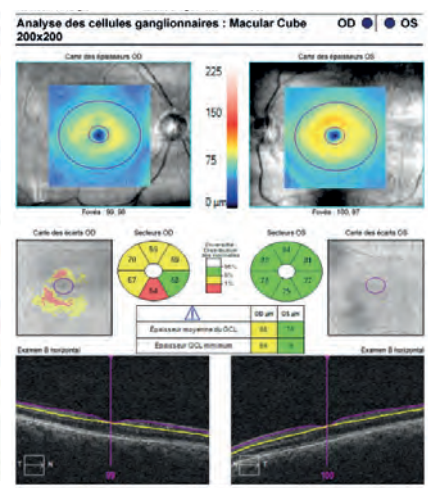
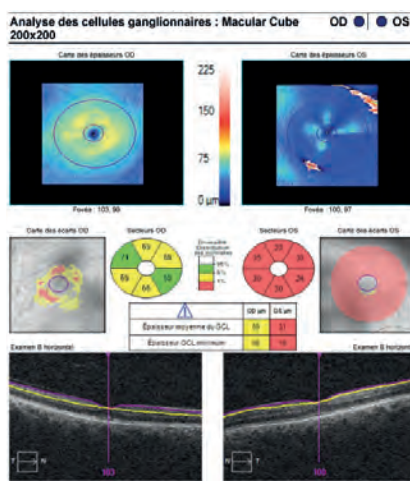
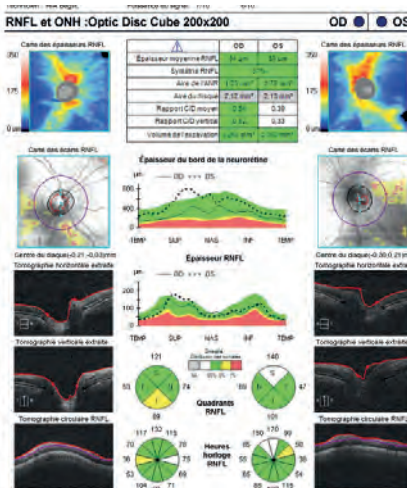
Les pièges pendant l'acquisition peuvent être liés au patient, à l'opérateur ou à l'appareil.

Les pièges après l'acquisition sont en rapport avec l'analyse des relevés et différents facteurs anatomiques.

Pendant l'acquisition - Facteurs liés au patient



Glaucome débutant
 Discrète atteinte des FNR inférieures et du GCC temporel inférieur de l'OD



Contrôle à 1 an

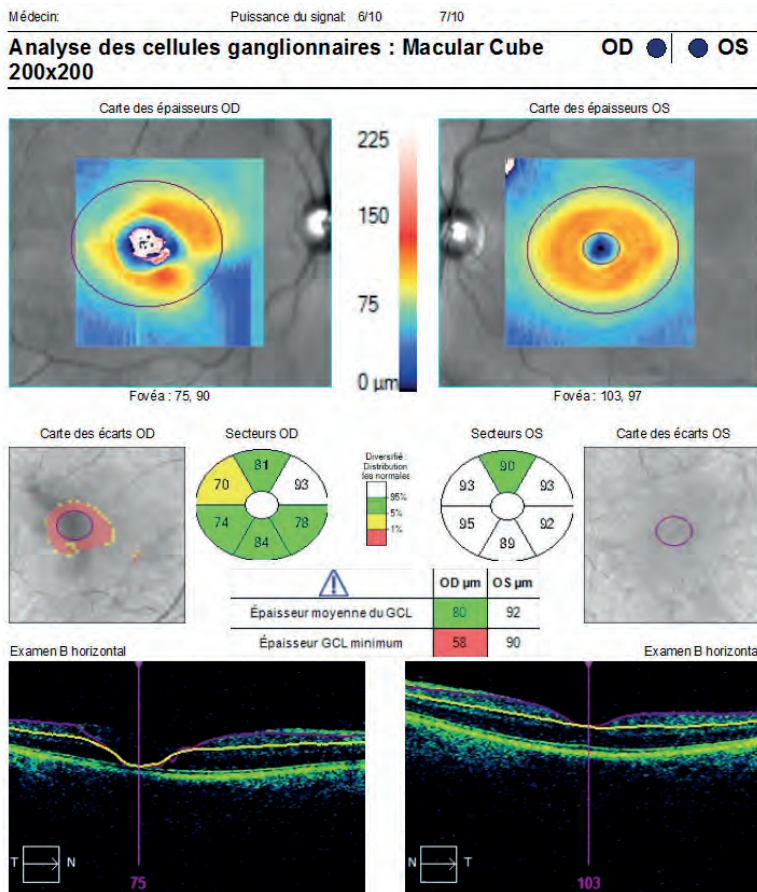
Atteinte sévère surprenante du GCC de l'OG alors que la segmentation du scan B paraît normale

Après dilatation

Disparition de l'atteinte faussement positive de l'OG. Le relevé est plus concordant avec l'analyse initiale

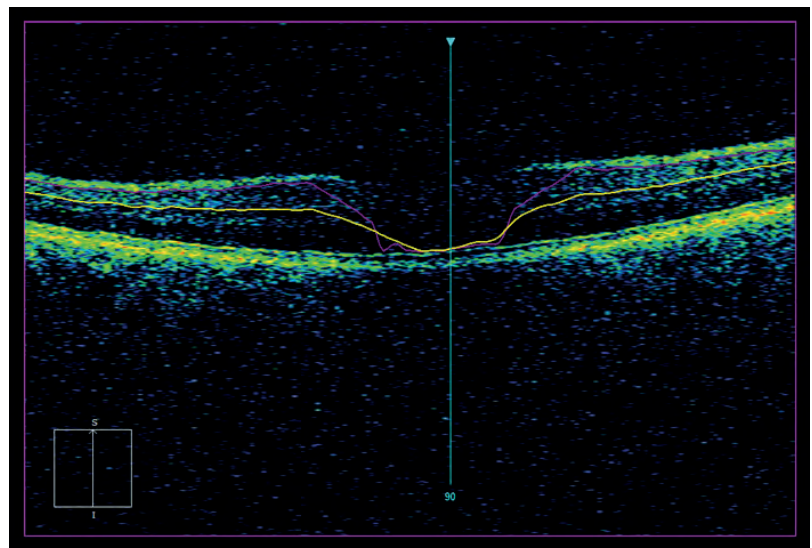
Retenir pour un examen fiable l'intérêt d'une dilatation pupillaire suffisante

Opacité cristallinienne



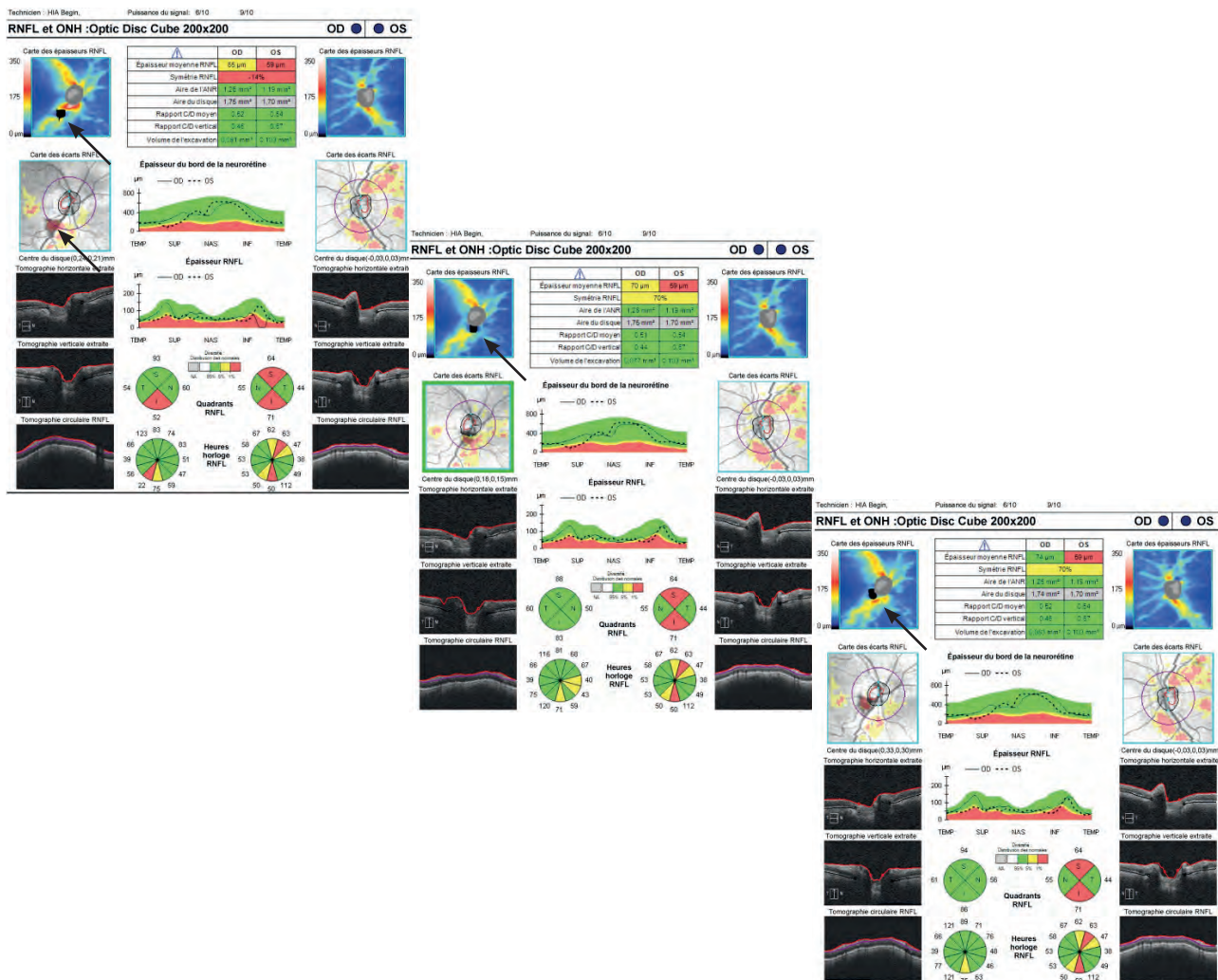
Patient âgé de 73 ans, 7/10, présentant une discrète cataracte sous capsulaire postérieure centrale responsable d'une atténuation diffuse du signal à l'origine d'une erreur de segmentation des couches rétiniennes avec diminution de l'épaisseur de la couche des FNR et du GCC en OCT.

Lorsque l'opacité cristallinienne est plus périphérique, une meilleure acquisition est possible en passant en dehors de celle-ci.



Corps flottant

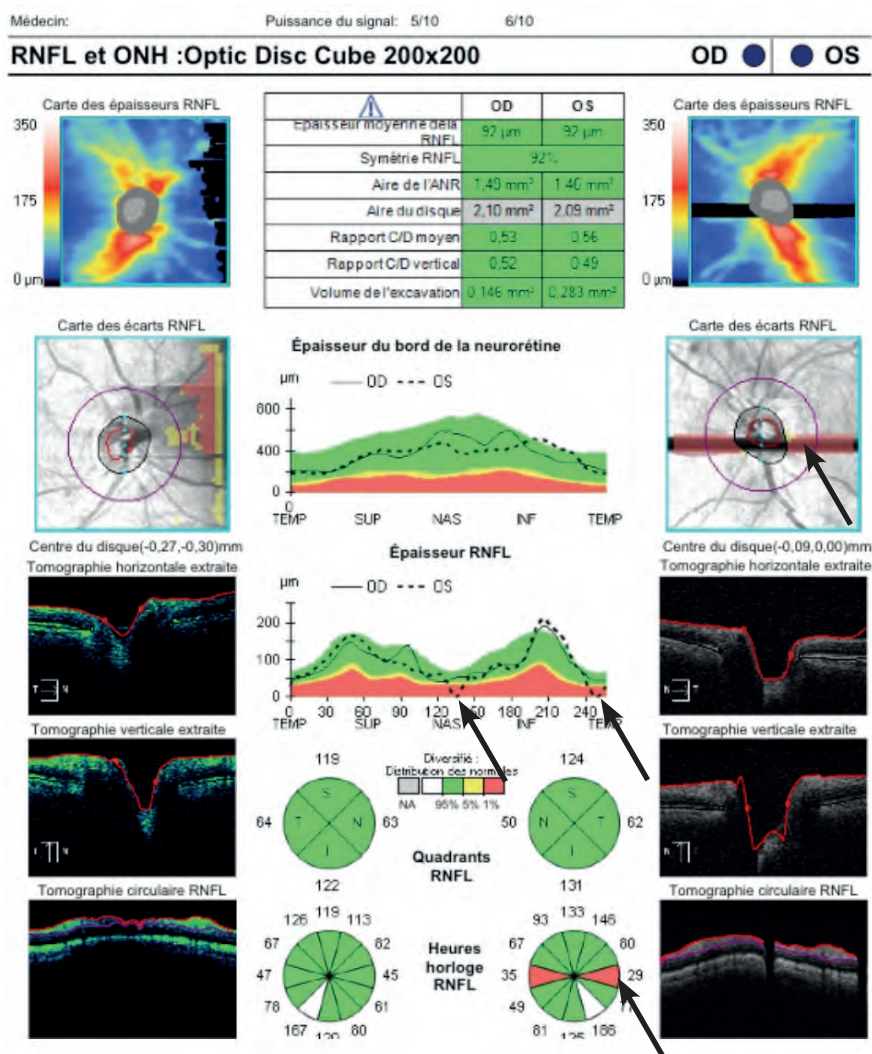
Patient âgé de 90 ans suivi et traité pour un GPAO bilatéral avec une atteinte plus évoluée au niveau de l'œil gauche. Le contrôle par OCT révèle, au niveau de l'œil droit, l'ombre portée d'un corps flottant du vitré qui, localisée dans le secteur temporal inférieur du faisceau arciforme de l'OD, évoque un nouveau déficit des FNR, avec un abaissement localisé du signal. Les nouvelles acquisitions après quelques mouvements oculaires du patient permettent de déplacer le corps flottant et sa projection pour obtenir un relevé plus fiable.



Pendant l'acquisition - Facteurs liés au patient

Clignement

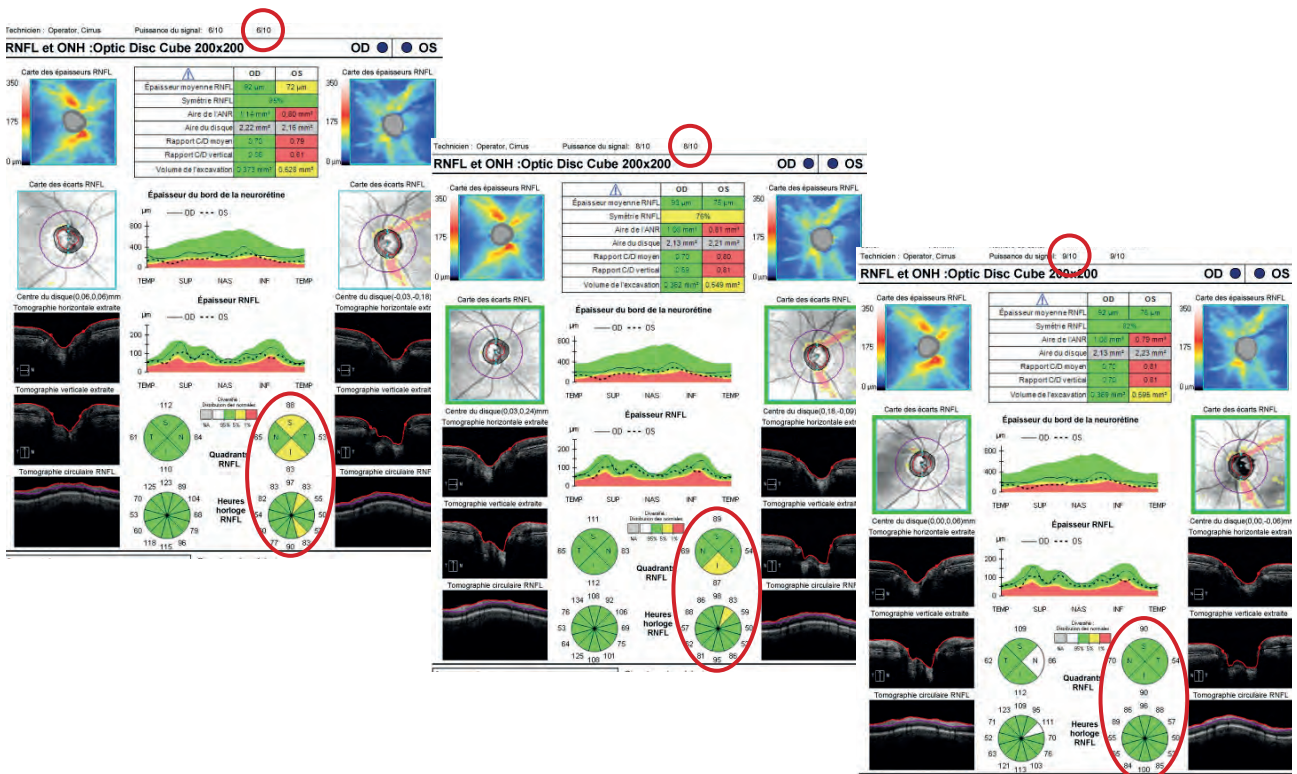
Un clignement palpébral au cours de l'acquisition est à l'origine d'une absence de signal en bande horizontale, dont la largeur correspond à la durée du clignement. Elle se manifeste par une bande de points anormaux sur la carte des écarts avec une baisse de l'épaisseur de la couche des FNR dans le même secteur qui impose une nouvelle acquisition.



Pendant l'acquisition - Facteurs liés à l'opérateur

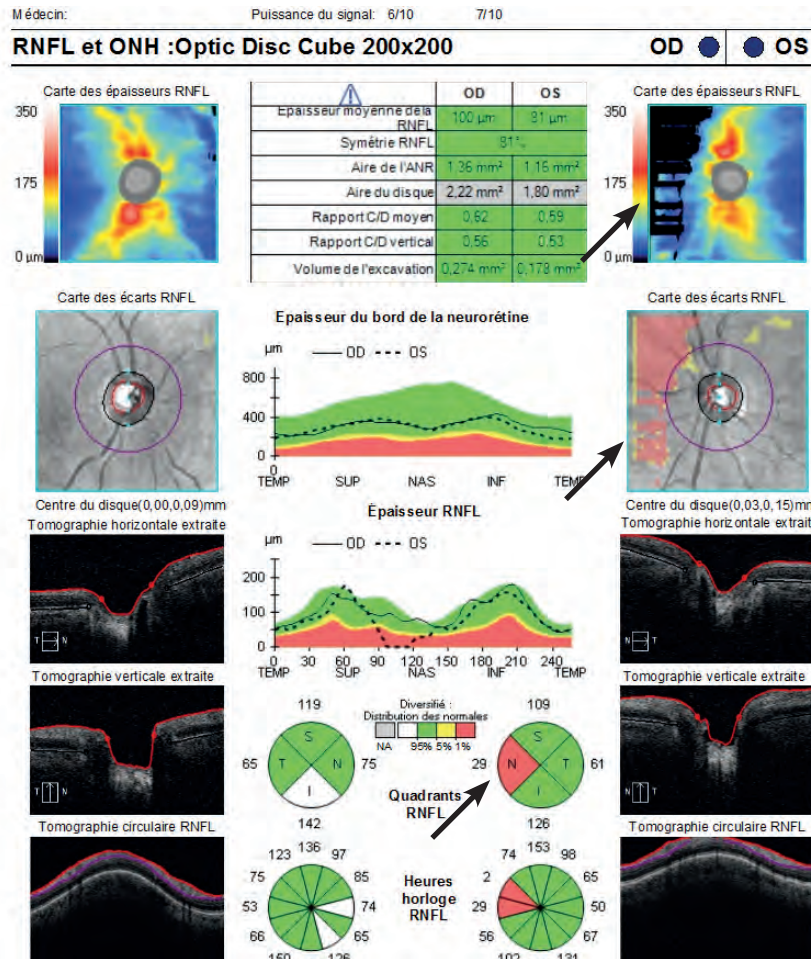
Rechercher l'indice de fiabilité SSI maximal

Relevés effectués chez un GAO débutant avec des indices de qualité de 6,8 et 9/10 sur Cirrus HD-OCT. L'indice de fiabilité plus élevé relève moins de déficit structural des FNR notamment sur l'œil gauche !



Ne pas se contenter de l'indice minimal de qualité donné par l'OCT-SD

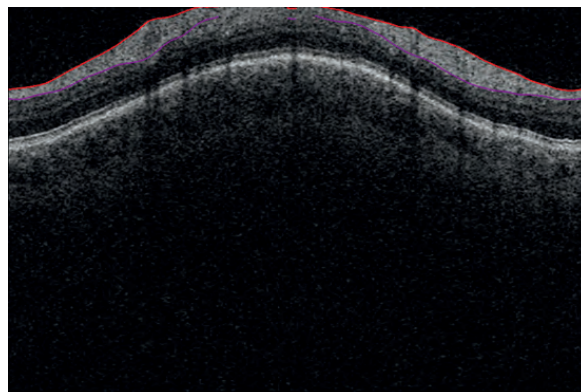
Artefact de centrage z



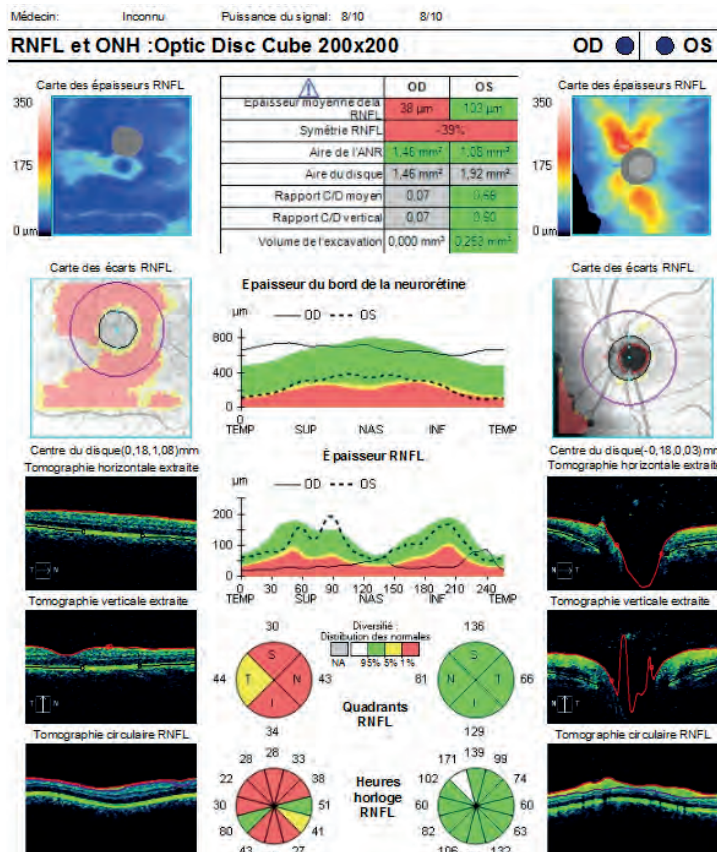
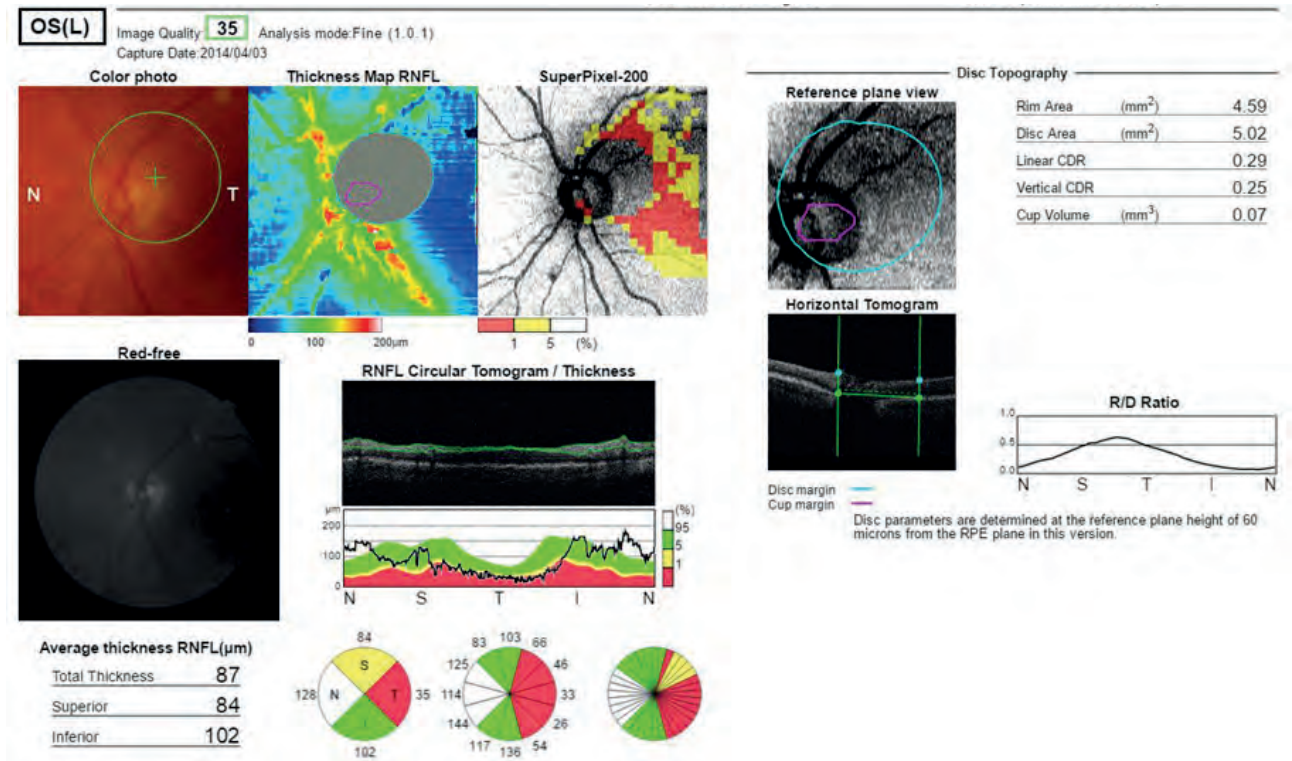
Scan B d'acquisition mal centré sur l'axe z, avec aspect de « cône tronqué »

L'absence de segmentation par l'algorithme sur l'image tronquée s'accompagne d'une altération de l'épaisseur de la couche des FNR, bien visible sur la carte des épaisseurs et la carte des écarts, ici dans le secteur nasal de l'œil gauche.

Il faut se souvenir de la courte profondeur de plage d'acquisition des OCT-SD, d'environ 2 mm, pour éviter ce genre d'artéfact qui une fois présent impose une nouvelle acquisition.

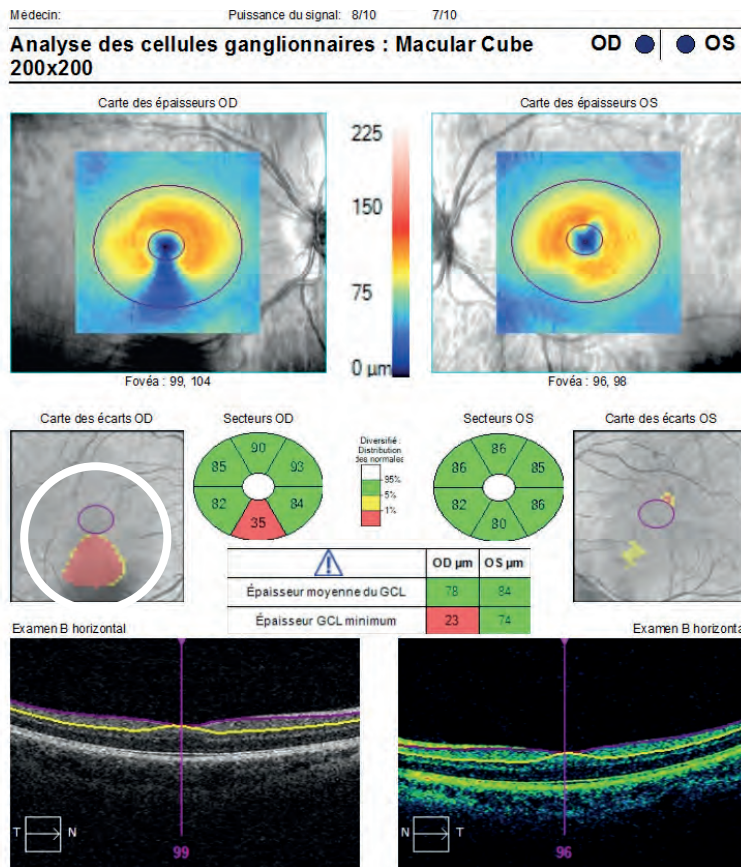


Erreur de centrage



L'erreur de centrage entraîne une mauvaise segmentation des couches rétinienne, avec des valeurs anormales sans correspondance avec la base de données normatives. L'anomalie est en général très marquée, sans cohérence avec le tableau clinique. Ce type d'erreur de centrage peut s'observer avec tout type d'OCT-SD avec souvent des anomalies très marquées. Il souligne l'importance d'une attention vigilante de la part de l'opérateur lors de l'acquisition afin de la renouveler rapidement dans le même temps.

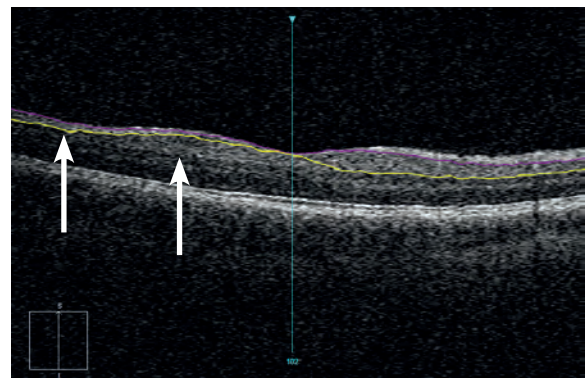
Déficit topographique non spécifique Erreur de segmentation



Devant un déficit du GCC d'aspect non spécifique, avec un scan B de segmentation a priori normal sur le relevé, l'analyse doit être complétée par celle des différents scans B dans le secteur correspondant du déficit objectivé.

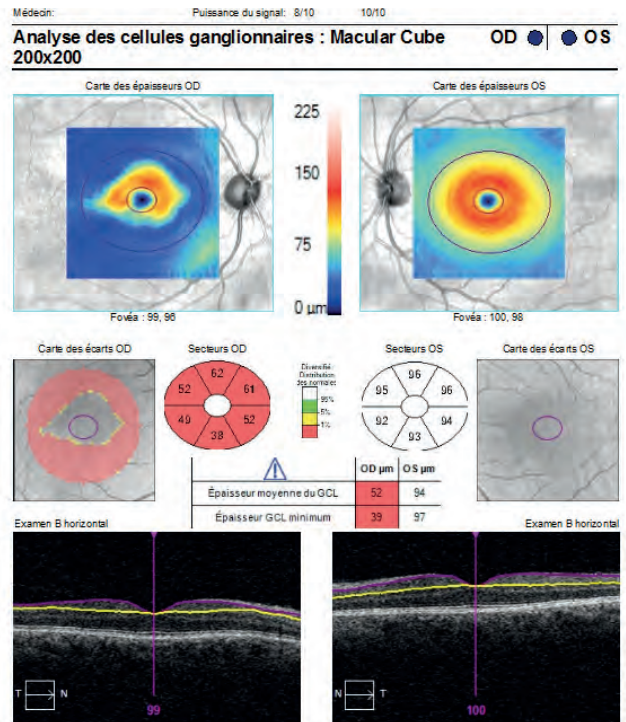
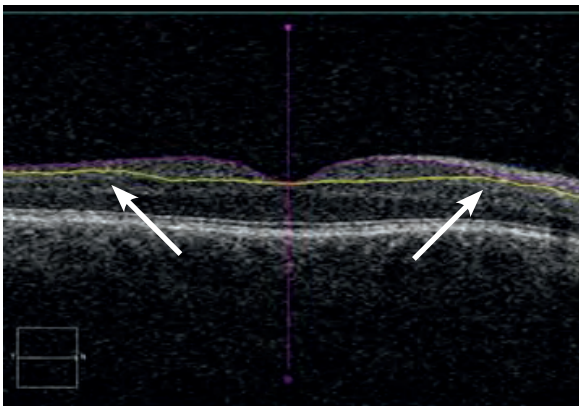
Elle montre ici, sur le scan B vertical passant dans la zone du déficit, une erreur de segmentation de la couche des cellules ganglionnaires rétiniennes, par le logiciel d'analyse de l'OCT-SD qui n'a pas segmenté correctement les différentes couches rétiniennes. Selon sa localisation elle peut être très difficile à dépister et doit être suspectée en cas d'incohérence avec le tableau clinique.

Le logiciel d'analyse de l'OCT-SD peut faire défaut et être à l'origine d'un « faux déficit » du GCC ou de l'analyse des FNR.

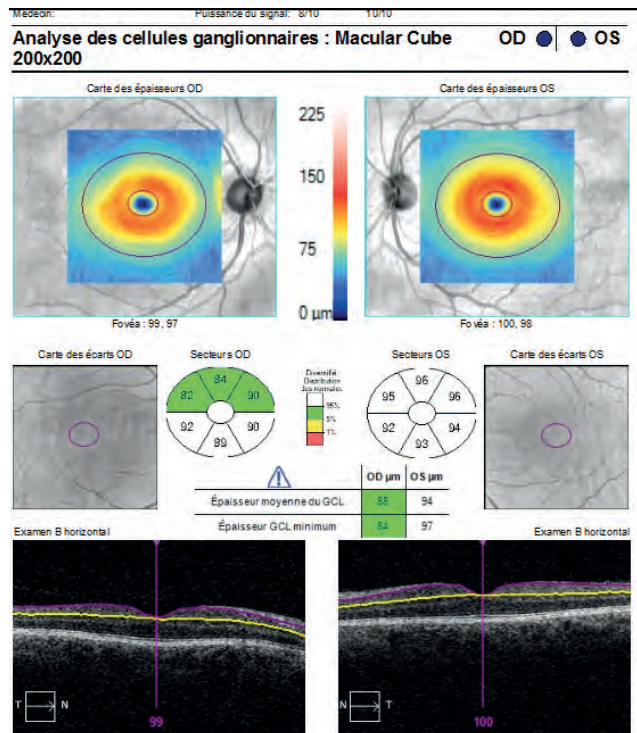
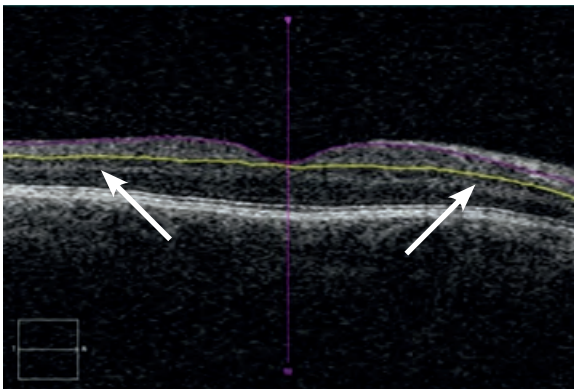


Erreur de segmentation

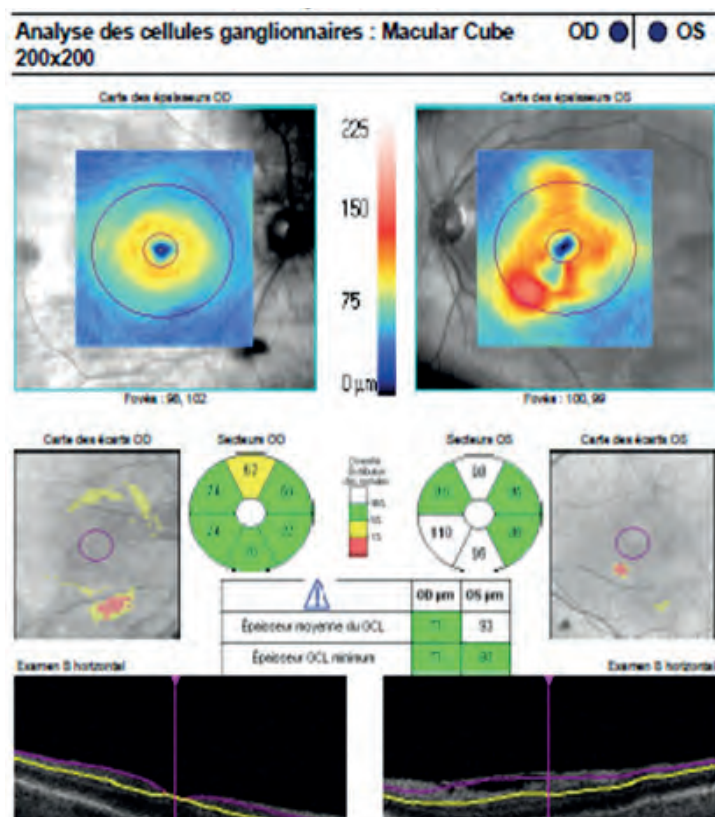
Le logiciel d'analyse de l'OCT-SD peut faire défaut et être à l'origine d'un « faux déficit » du GCC ici sur l'œil droit.



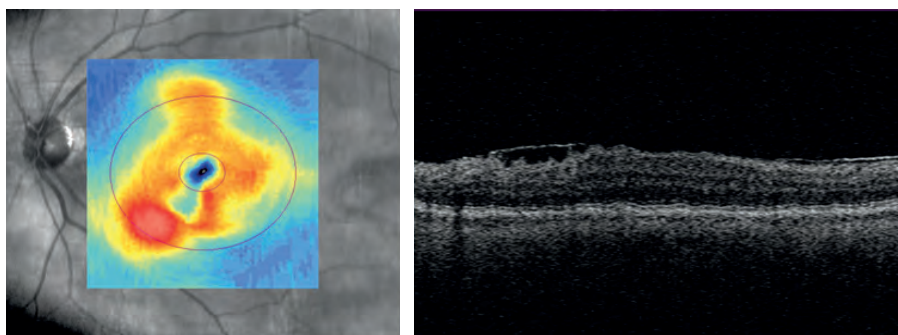
L'examen renouvelé objective ici une bonne segmentation des différentes couches par le logiciel d'analyse.



Anomalies de l'interface vitréo-rétinienne Hyaloïde épaissie, MER



L'observation attentive du scan B à la partie inférieure du relevé objective la présence d'une membrane épirétinienne (MER) responsable d'une augmentation de l'épaisseur des couches rétiniennes internes évaluées par l'OCT-SD.

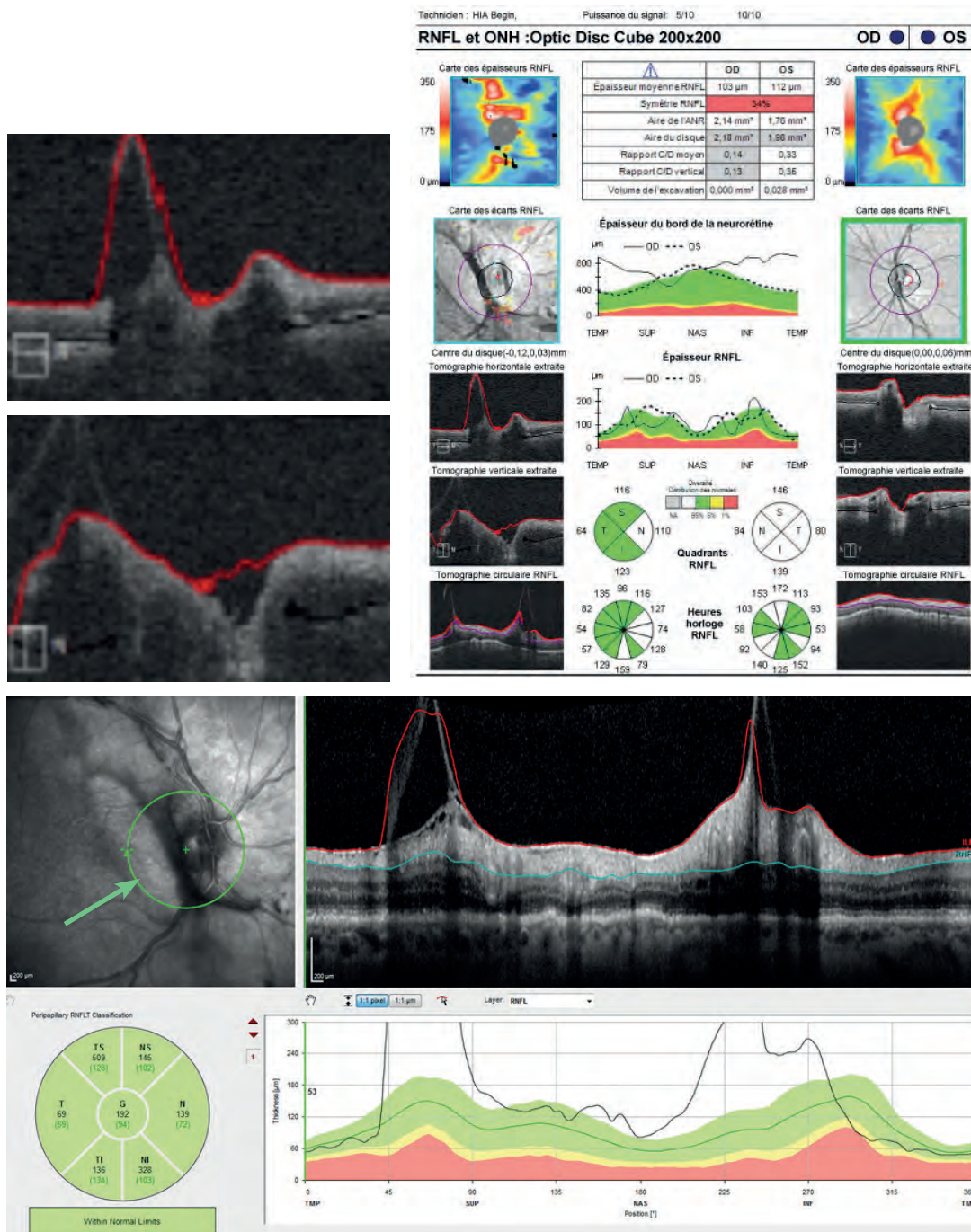


Traction vitréo-rétinienne

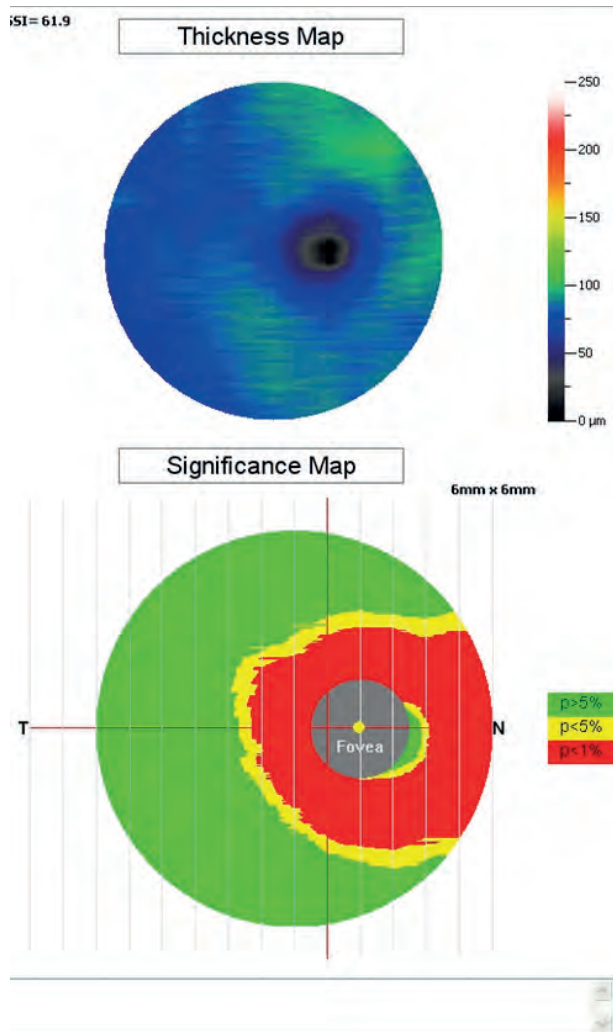
Chez ce patient âgé de 91 ans, l'attache vitréo-rétinienne péripapillaire droite importante explique l'épaisseur anormale de la couche des FNR rapportée sur le relevé OCT-SD.

Elle est bien visible sur la carte des écarts ainsi que sur les 2 scans B agrandis du relevé au niveau de la TNO et sur le relevé OCT du Spectralis.

Ces données soulignent l'importance de la confrontation des résultats avec les données de l'examen clinique et leur interprétation en fonction du contexte clinique.



GPAO et maculopathie

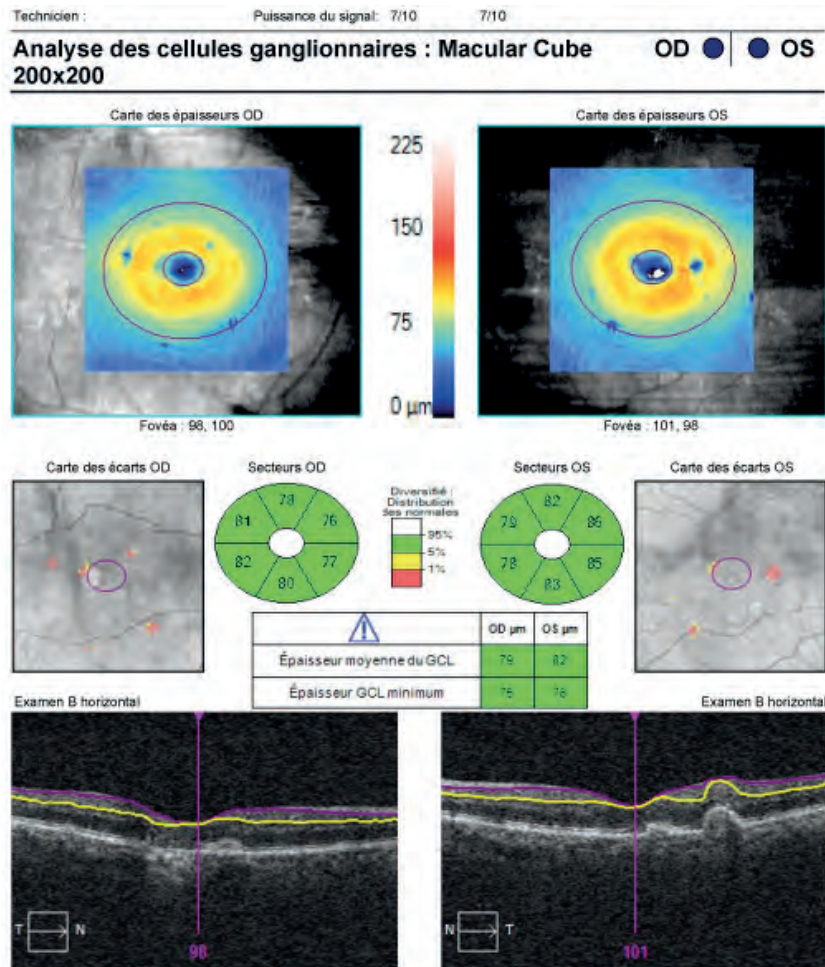


Une atteinte centrale périfovéolaire du GCC en OCT-SD doit faire rechercher à l'examen clinique et au scan linéaire maculaire (line) une atteinte maculaire centrale non glaucomateuse, objectivée ici avec la présence d'un matériel rétrofovéal.

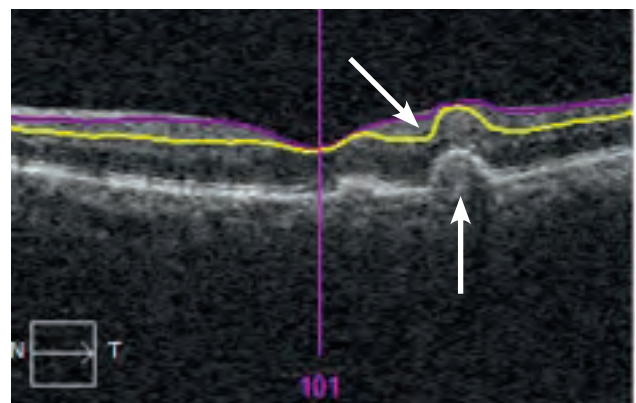
Average Thi...	Thicknes...	Std Dev
Total	82.13	
Superior	82.83	
Inferior	81.43	
Intra Eye ...	1.40	6.47
FLV (%)	9.229	
GLV (%)	14.788	



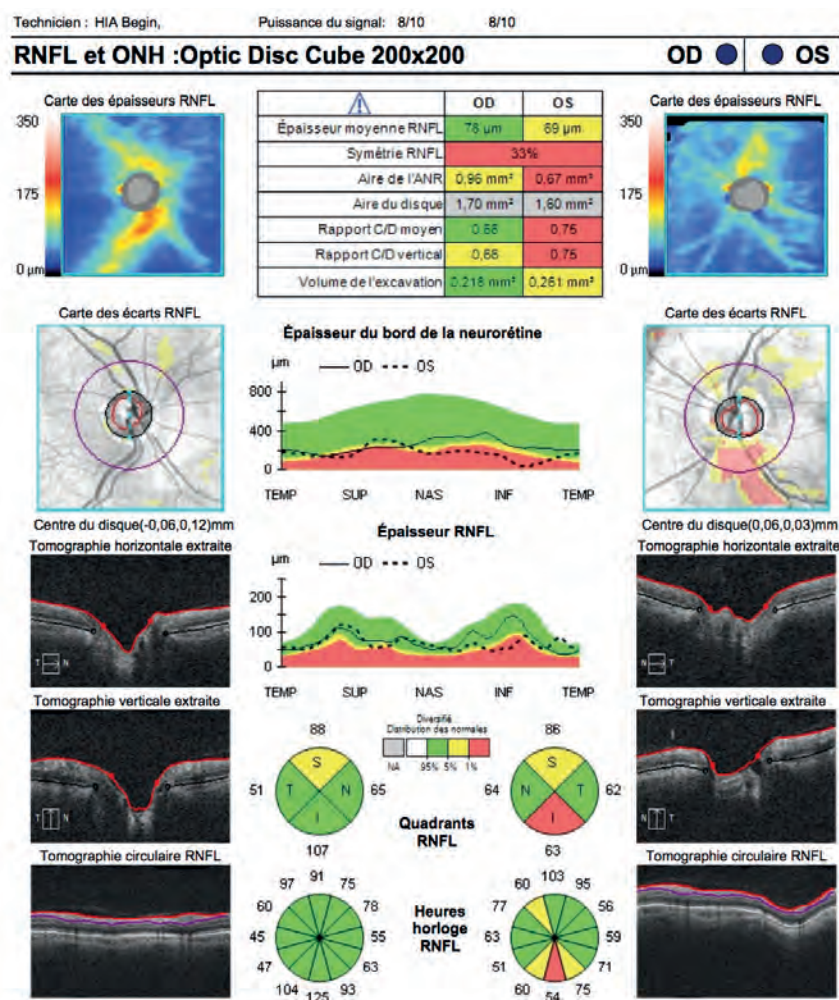
GPAO et DMLA



En cas de maculopathie associée le relevé doit être confronté avec l'examen clinique de la macula et le scan B de segmentation. Cette segmentation des couches rétiniennes doit être bien vérifiée, de même que la projection des drusen et des autres altérations maculaires, pour interpréter les résultats et l'atteinte du GCC.



Fovea plana



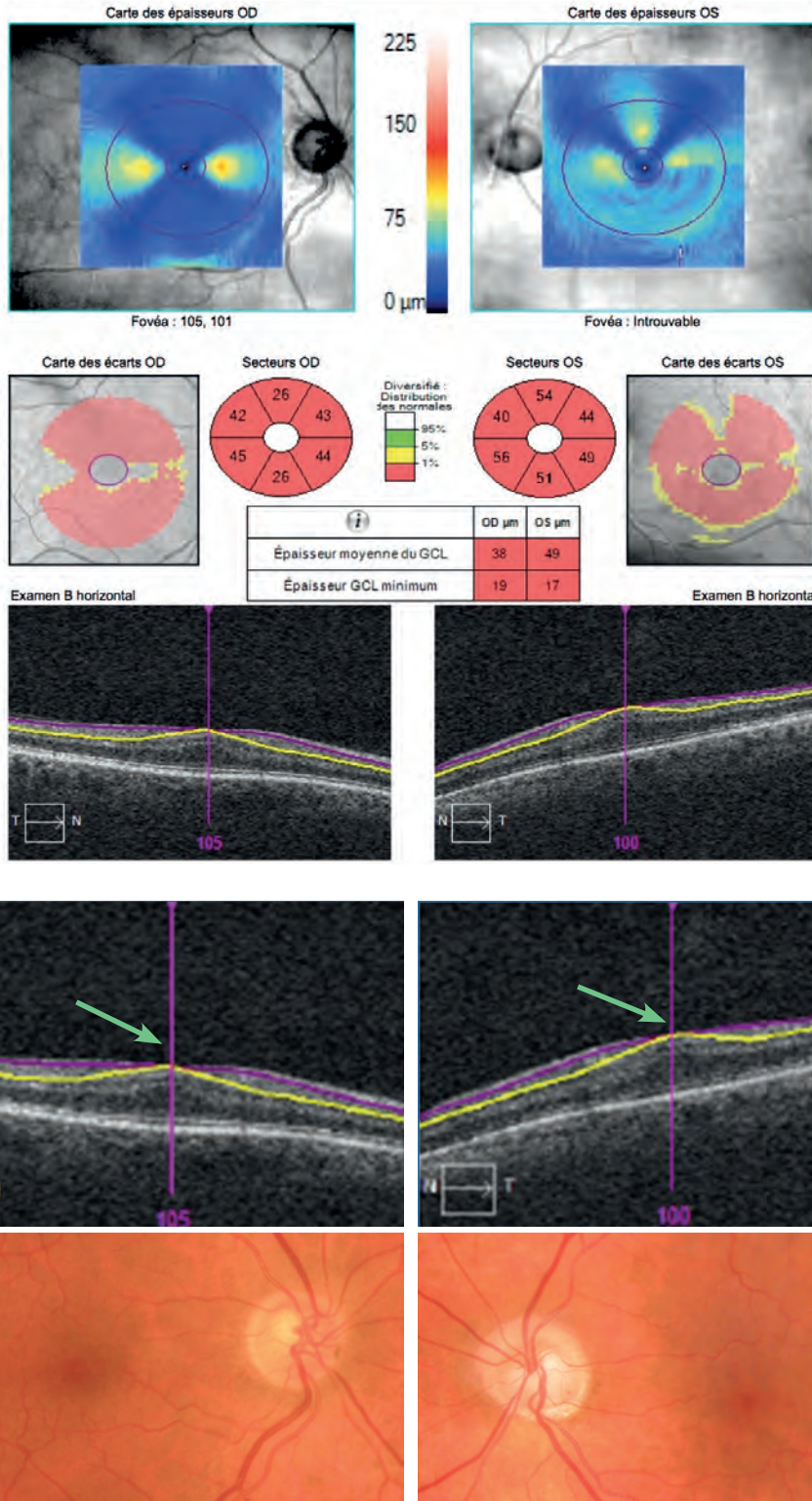
Patient âgé de 67 ans suivi et traité pour GPAO avec scotome paracentral isolé de l'OG. L'OCT retrouve un déficit des FNR inférieures de l'OG et un aspect bilatéral surprenant du relevé du GCC. L'analyse des scans B à la partie inférieure du relevé confirme une fovea plana bilatérale sans retentissement fonctionnel, avec une AV à 10/10 et sans anomalie du FO, permettant de distinguer cette dysplasie bénigne de l'hypoplasie fovéale maculaire.

Le suivi OCT dans ces formes cliniques est limité à l'analyse des FNR.

L'analyse OCT-SD en 3D de la papille gauche de ce patient illustre la couverture de cet atlas.

Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube 200x200

OD ● ● OS





10. Marqueurs de progression en OCT-SD

10.1. Marqueurs de progression des FNR

10.2. Marqueurs de progression du GCC

10.3. Nouvelles analyses de progression

Marqueurs de progression en OCT-SD

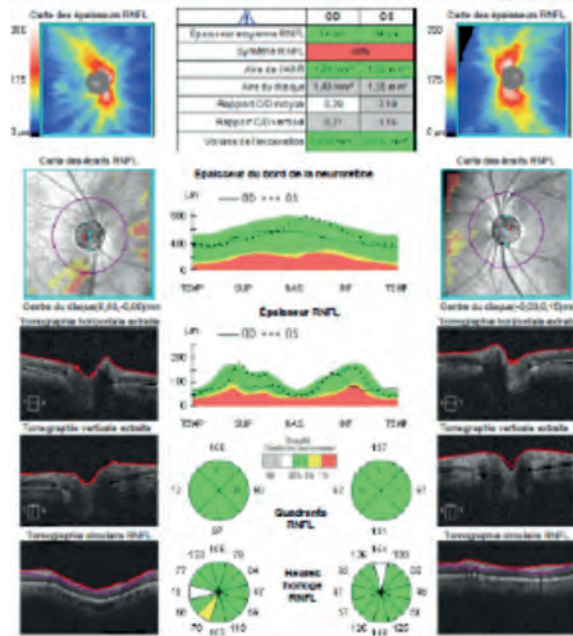
L'analyse de la progression en OCT-SD repose à la fois sur des analyses d'événements, qui comparent des événements uniques par rapport aux données de référence pour déterminer l'existence d'une progression, et sur les analyses de tendance qui, en évaluant la vitesse de détérioration des différents paramètres relevés, quantifient la progression.



Ces analyses imposent, dans l'état actuel des moyens dont nous disposons, d'utiliser pour un patient donné toujours le même appareil OCT et des examens fiables.

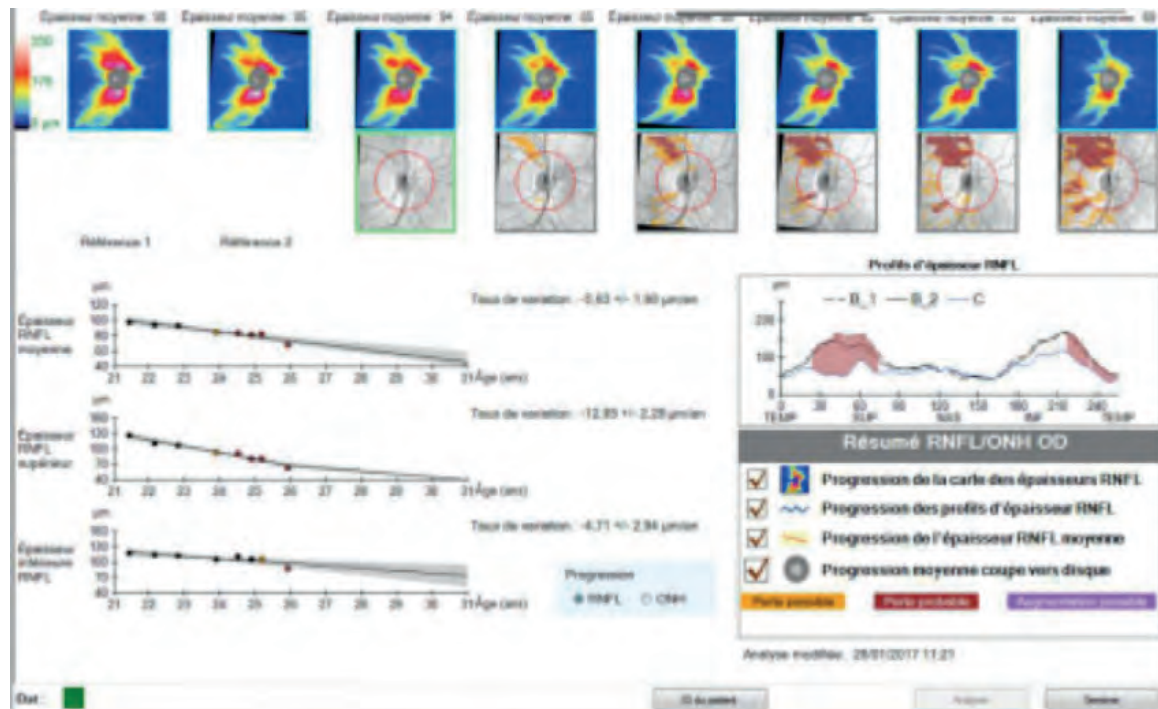
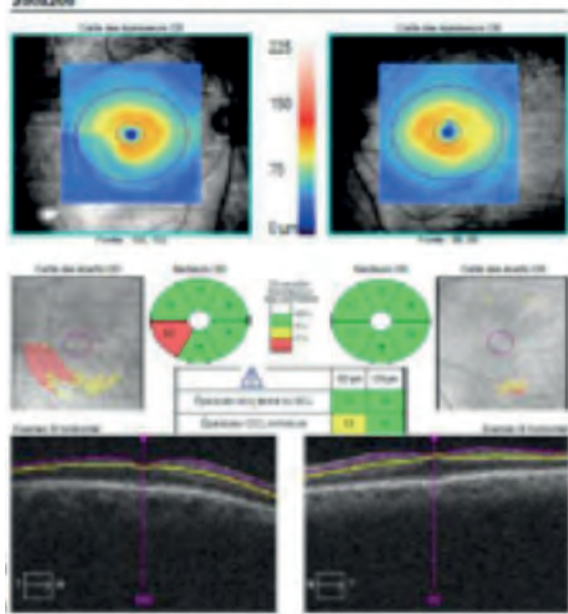
RNFL et ONH : Optic Disc Cube 200x200

OD ● ● OS

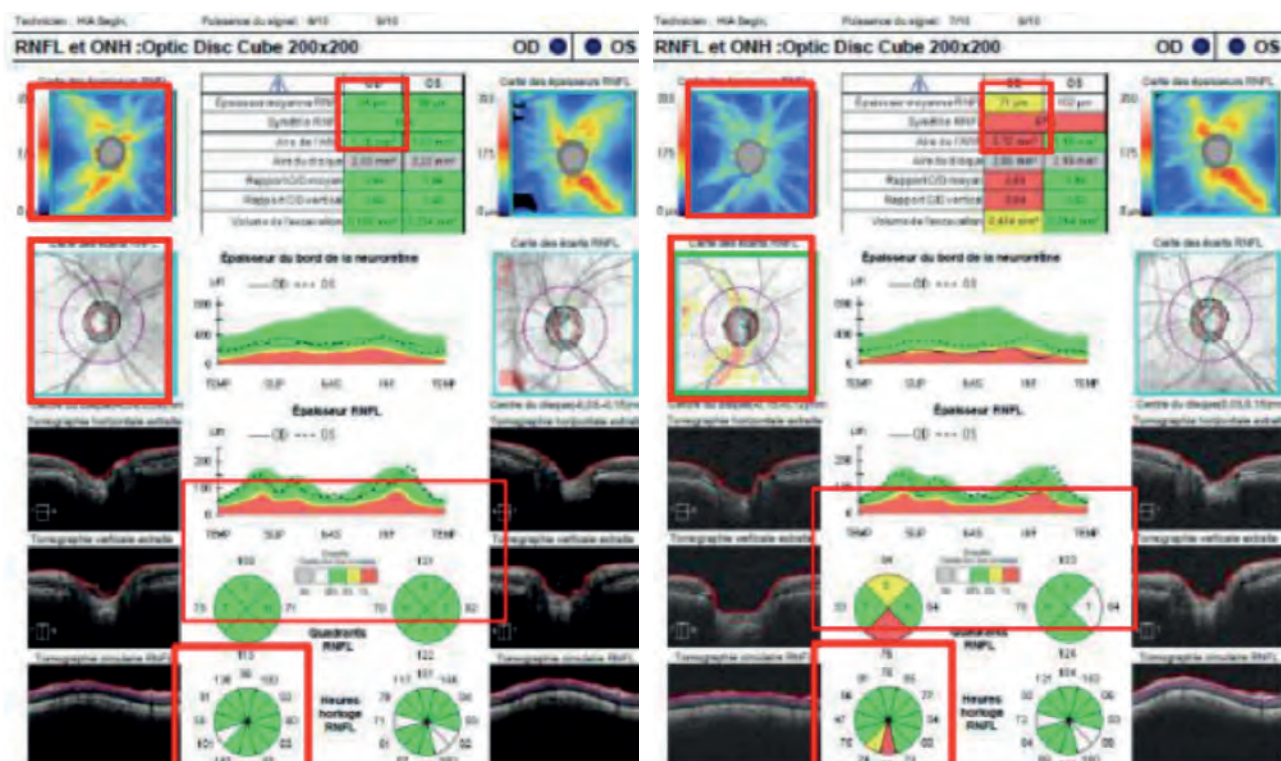


Analyse des cellules ganglionnaires : Macular Cube 200x200

OD ● ● OS



Marqueurs de progression des FNR



4 ans

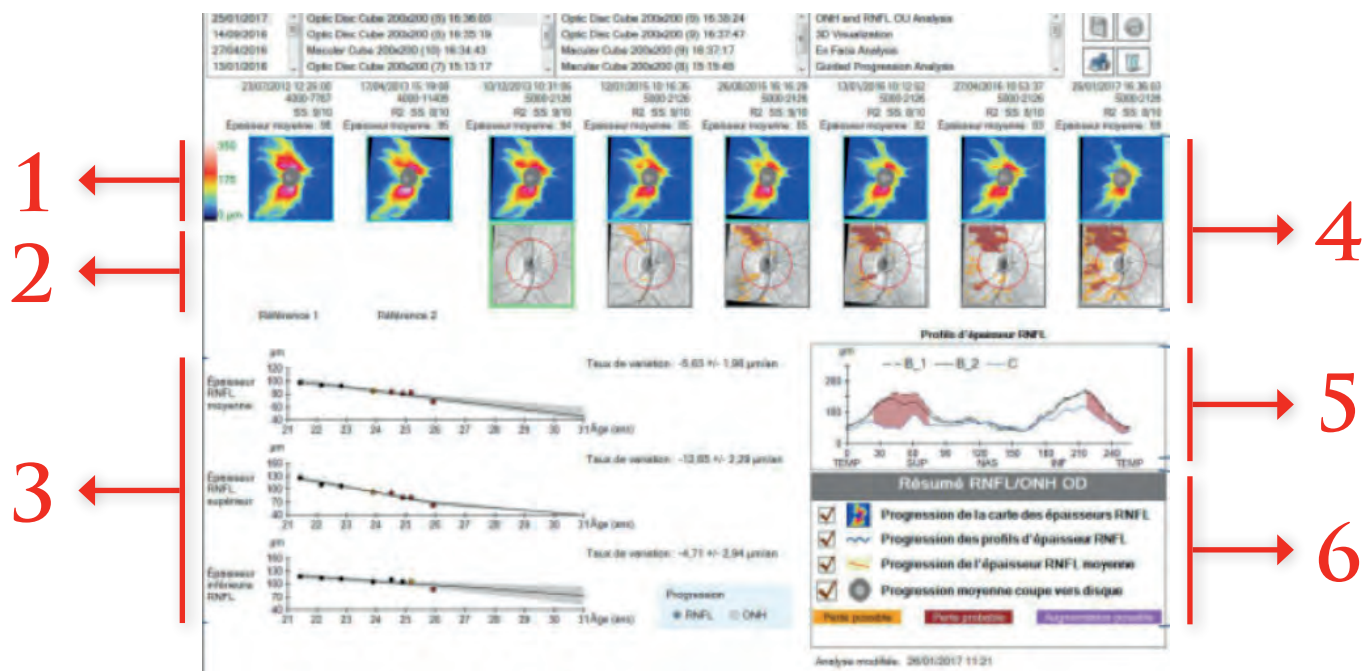
L'analyse recherche une progression au niveau des cartes colorimétriques des épaisseurs, des cartes de déviations ou des écarts, de la superposition des profils successifs de l'épaisseur de la couche des FNR (courbes TSNIT), des épaisseurs moyennes et des cartographies horaires des épaisseurs des FNR péripapillaires.

L'analyse de l'évolution des FNR, chez cette patiente âgée de 75 ans, retrouve une progression au niveau de chacun des paramètres évalués. Le jugement clinique peut ainsi suffire pour mettre en évidence une progression dans de tels cas cliniques de « progresseurs rapides ». Les codes couleur donnent le caractère normal, suspect ou pathologique par rapport à la base de données des sujets sains de même âge, mais il n'y a pas sur ce type de relevés l'aide d'une analyse statistique de progression, ni de tendance ni d'événement.

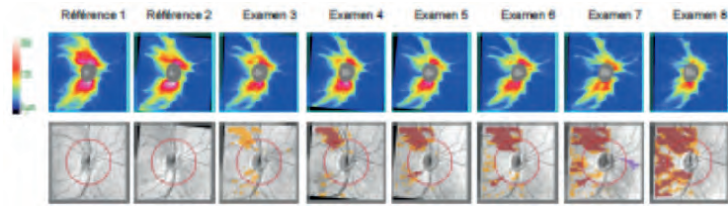
Marqueurs de progression des FNR

Les OCT-SD proposent tous des logiciels d'analyse de progression spécifiques avec des analyses de tendance et, pour certains, des analyses d'événements automatisés.

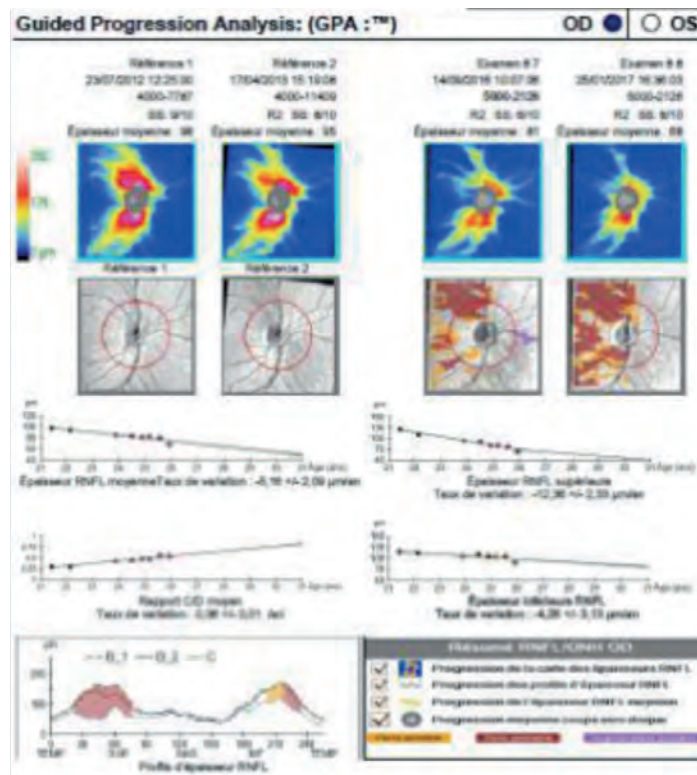
L'analyse de progression automatisée (GPA) du Cirrus HD-OCT comporte des analyses d'événements automatisés et des analyses de tendance. Elle se fait par rapport aux 2 examens de référence initiaux fiables. Une progression est retenue, avec une représentation colorimétrique (*Analyse d'événement automatisée - 1*), lorsque la variation dépasse la valeur de la variabilité intertest des 2 examens de référence du patient déterminée par l'OCT.



- 1 Cartes des épaisseurs des FNR.
- 2 Cartes des déviations des épaisseurs de la couche des FNR.
- 3 Courbes de tendance des épaisseurs moyennes de la couche des FNR. *Sur les analyses de tendances, l'observation d'une pente de progression faiblement négative de la couche des FNR ne doit pas être retenue en tant que marqueur de progression lorsqu'elle est isolée.*
- 4 Analyses d'événements des cartes des épaisseurs et de déviations par rapport aux 2 examens initiaux de référence. Déficit initial significatif ocre (perte possible), confirmé brun (perte probable) aux examens suivants.
- 5 Profils successifs de l'épaisseur de la couche des FNR (courbes TSNIT).
- 6 Résumé d'analyse de progression des FNR.



La détection initiale doit se centrer dans les secteurs temporaux supérieurs et inférieurs de la couche des FNR péripapillaires et souvent en limite de cartographie où elles doivent être recherchées avec attention.



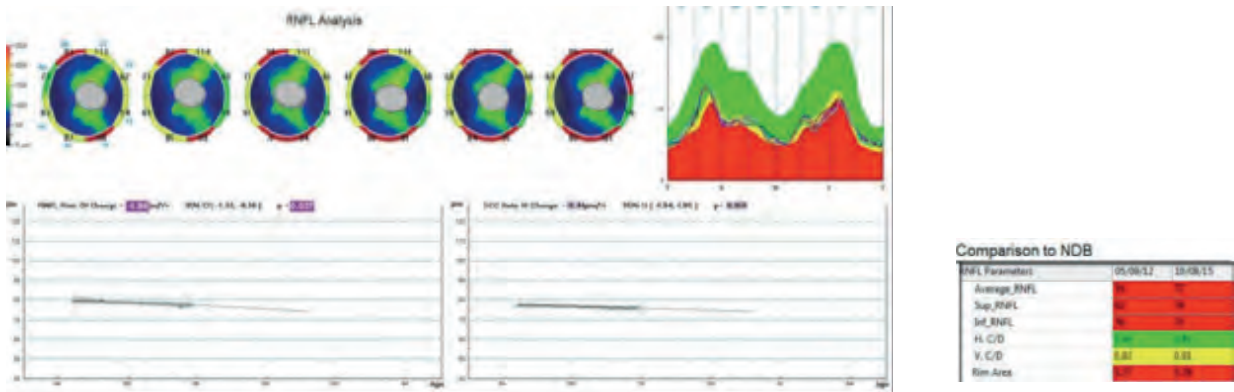
	Dates des examens	Numéro de série	Méthode d'enregistrement	PS	Épaisseur moyenne de la RNFL (µm)	RNFL quadrant inf (µm)	RNFL quadrant sup (µm)	Aire de l'ANF (µm²)	Rapport GD moyen	Rapport GD vertical	Volumé de l'écoulement
Référence:	1	23/07/2012 12:25:00 4000-7787		8/10	98	118	128	1,34	0,29	0,32	0,030
Référence:	2	17/04/2013 15:19:08 4000-11409	R2	8/10	95	114	112	1,32	0,31	0,35	0,030
	3	12/01/2016 10:16:35 5000-2126	R2	8/10	85	106	94	1,19	0,44	0,44	0,055
	4	26/08/2016 15:16:29 5000-2126	R2	8/10	85	111	92	1,17	0,46	0,42	0,061
	5	13/01/2016 10:12:52 5000-2126	R2	8/10	82	107	82	1,11	0,46	0,49	0,071
	6	27/04/2016 10:53:37 5000-2126	R2	8/10	83	106	81	1,07	0,49	0,47	0,068
	7	14/09/2016 10:07:06 5000-2126	R2	6/10	81	106	77	1,01	0,56	0,44	0,115
En cours :	8	25/01/2017 16:36:03 5000-2126	R2	8/10	68	89	64	0,99	0,54	0,47	0,084

Analyse d'événement automatisée - 1

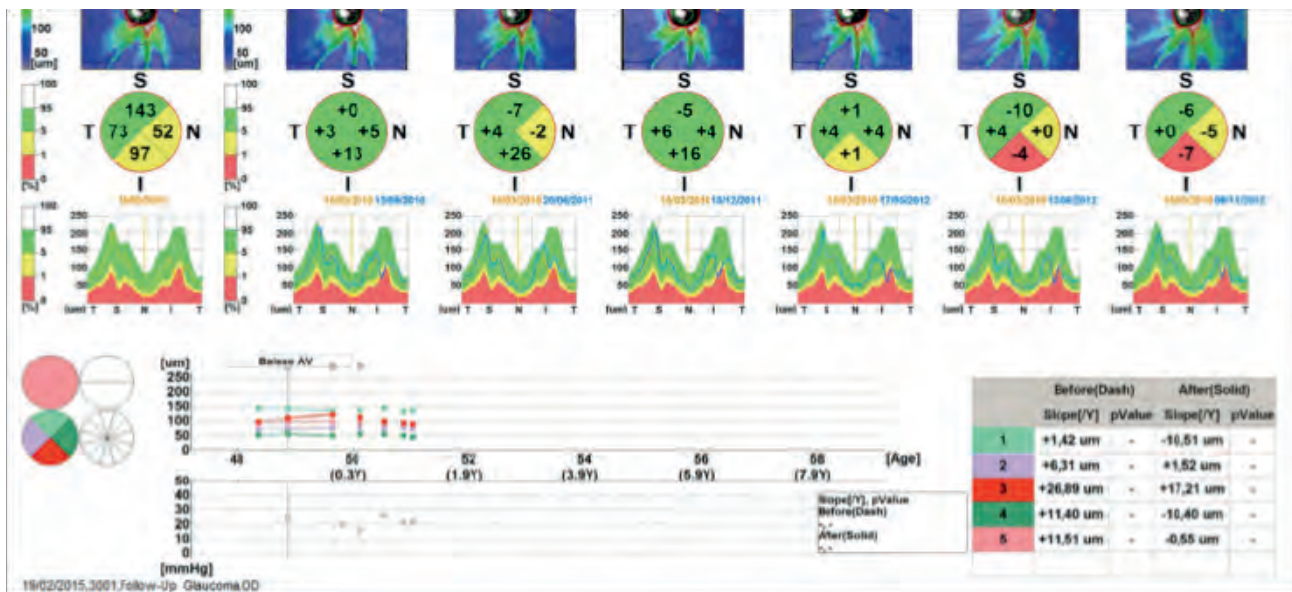
Analyse statistique des paramètres, par rapport aux valeurs de référence initiales, significative d'une évolution pathologique possible (ocre jaune) puis confirmée probable (brun).

Il est important de souligner que les relevés OCT rapportent une analyse statistique et comparative des résultats numériques avec les résultats obtenus au sein d'une population normale limitée de sujets du même âge. Il est impératif de confirmer la détection de tout déficit par au moins 2 examens de contrôle de suivi.

Marqueurs de progression des FNR



Analyse de progression des FNR par OCT-SD XR Avanti (Analyse de tendance).



Analyse de progression des FNR par OCT-SD RS 3000 Nidek (analyse de tendance). Sur le relevé ici présenté sont affichés l'analyse globale sur 360° et les 4 quadrants. Il serait aussi possible de choisir de suivre individuellement les 12 secteurs de 30° du TSNIT, ou les 2 héli-secteurs péripapillaires supérieur et inférieur.

Tous les OCT-SD disposent d'un programme d'analyse de progression de l'évaluation de l'épaisseur de la couche des FNR et du GCC.

L'évaluation de la progression doit porter toute son attention sur les zones des méridiens temporal supérieur et temporal inférieur et rechercher :

- un élargissement d'un déficit pré-existant (cas le plus fréquent)
- l'apparition d'un nouveau déficit,
- l'approfondissement d'un déficit déjà présent.

L'élargissement progressif de toute une zone déficitaire des FNR dans les méridiens temporaux supérieur et inférieur est sans doute un marqueur de progression plus fiable, plus pertinent, et plus facile à visualiser que la variation au niveau de la seule coupe à un rayon de 1,73 mm dans ces mêmes méridiens.

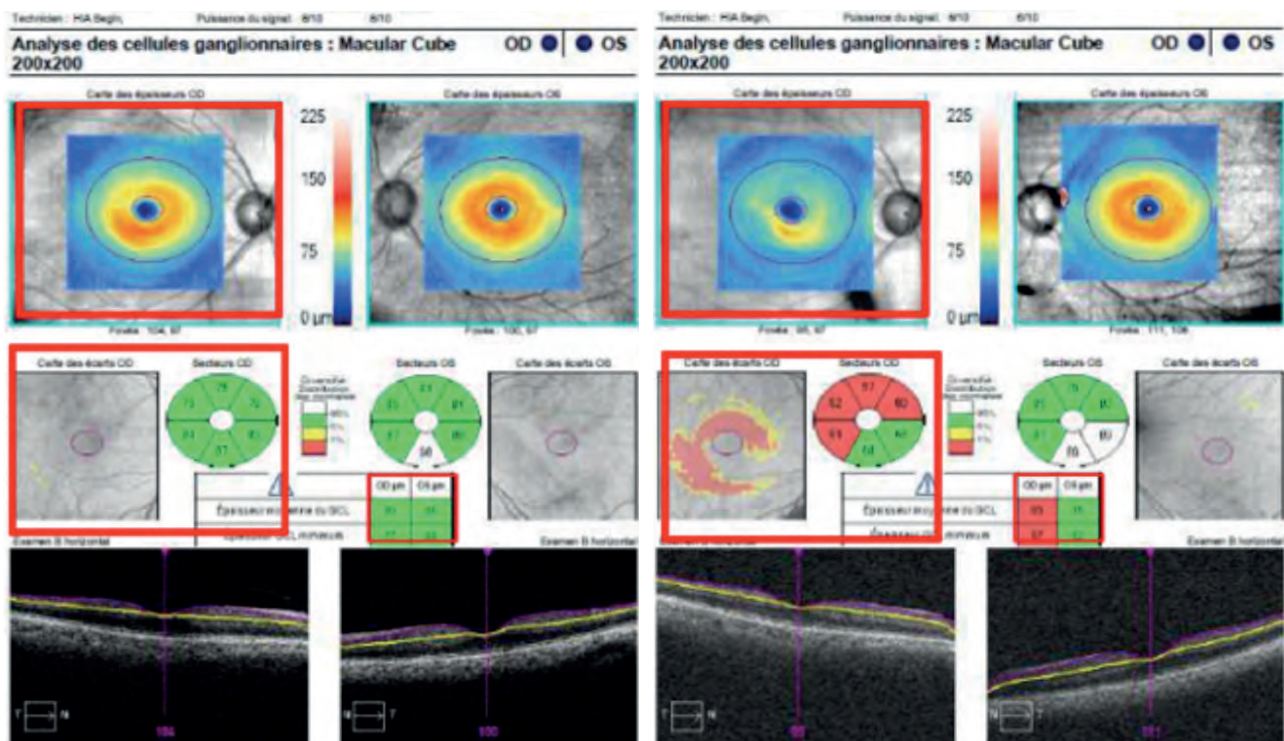
Les marqueurs de progression en OCT-SD sont encore mal définis. Ils se heurtent notamment à la fréquence de résultats faux positifs qui peuvent s'observer jusque dans 15 % des cas.

Les mesures répétées de l'épaisseur de la couche des FNR ont une reproductibilité qui peut varier de 4 % et celles du GCC maculaire de 2 %. Cette variabilité non pathologique des mesures doit être prise en compte pour toute interprétation d'une évolution.

Le recul des analyses de progression en OCT-SD est encore limité, jusqu'à 5 ans pour les plus longues études, et ce d'autant plus que les algorithmes d'analyses sont en évolution constante. Les données actuelles rapportent un plus grand risque de développer un futur déficit fonctionnel du CV chez les sujets présentant une pente de perte des FNR supérieure à $-1\mu\text{m}/\text{an}$.

Il n'a pas été défini à ce jour, ni pour l'épaisseur de la couche des FNR, ni pour le GCC, de seuil de progression qui soit bien différencié de la progression liée à l'âge et qui tienne compte du coefficient de variabilité des mesures en OCT.

Marqueurs de progression du GCC

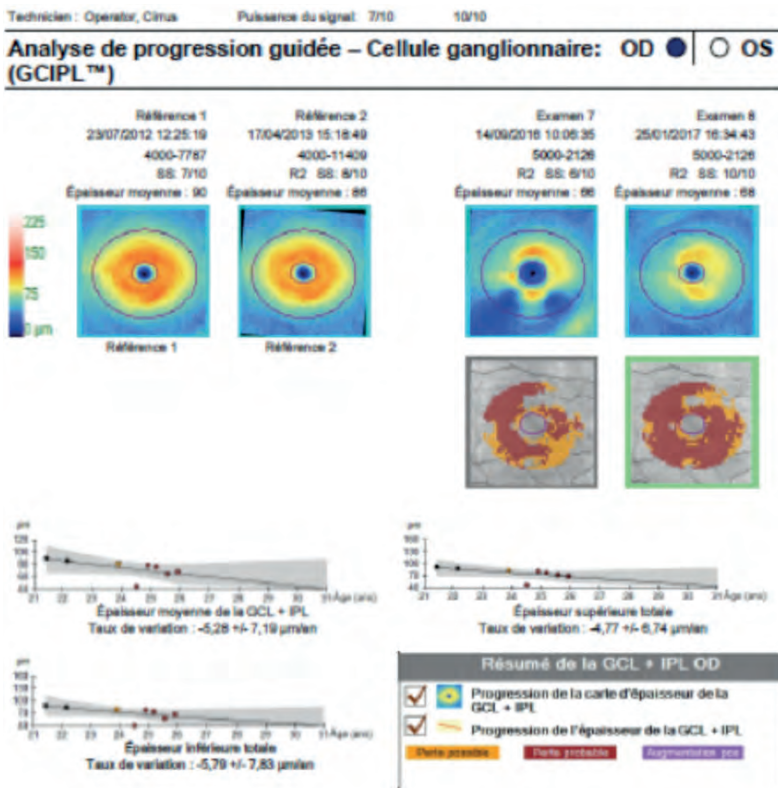


4 ans

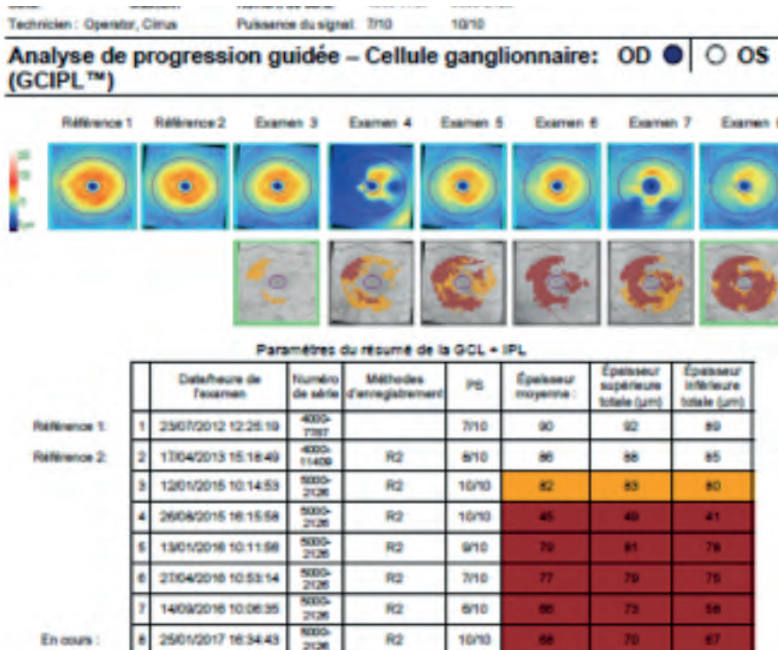
L'analyse recherche une progression au niveau des cartes des épaisseurs, des cartes d'analyse statistique et des cartographies sectorielles des épaisseurs du complexe maculaire cellulaire ganglionnaire (GCC).

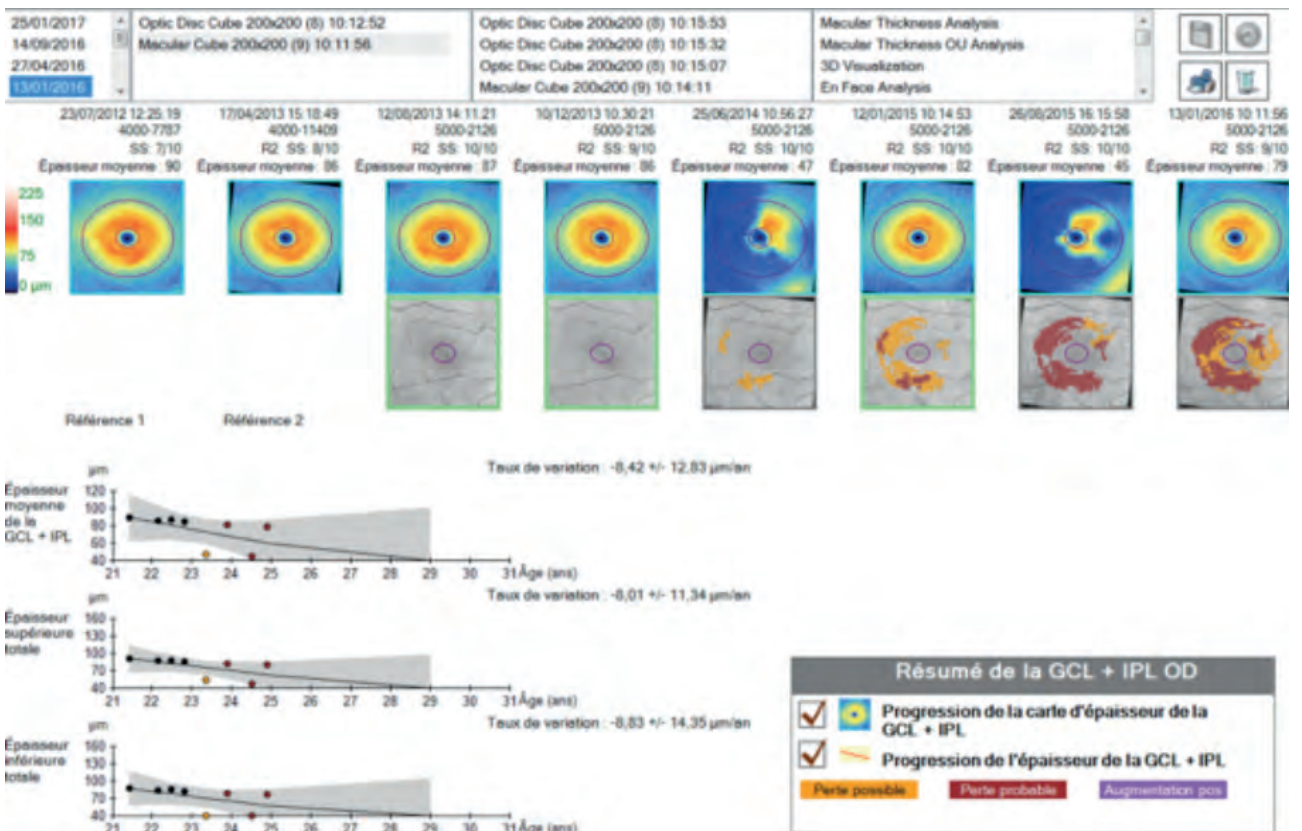
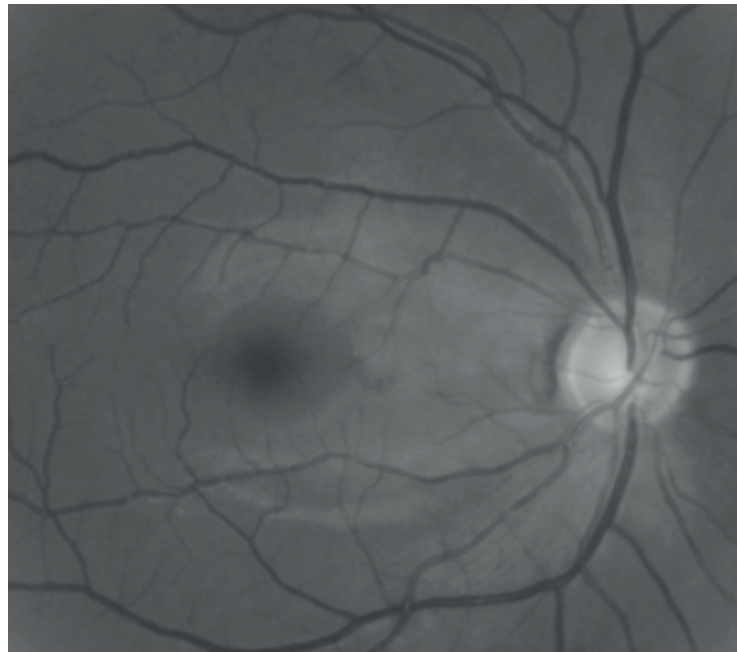
L'analyse de l'évolution de la couche des cellules ganglionnaires, chez cette patiente âgée de 75 ans, retrouve une progression au niveau de chacun des paramètres évalués. Le jugement clinique peut également mettre en évidence une progression dans de tels cas cliniques de « progressseurs rapides », après avoir vérifié l'absence d'une lésion maculaire clinique associée.

Marqueurs de progression du GCC



L'analyse de progression guidée (ou GPA) de la couche des cellules ganglionnaires se fait également par rapport aux 2 examens de références initiaux fiables. Une progression est retenue, avec une représentation colorimétrique, lorsque la variation dépasse la valeur de la variabilité inter-test des 2 examens de référence du patient déterminée par l'OCT. Chez ce patient âgé de 26 ans, suivi et traité pour un glaucome juvénile depuis 9 ans, une progression de l'atteinte du complexe cellulaire ganglionnaire est confirmée à partir de la 3^{ème} année sur ces 5 ans de suivi.

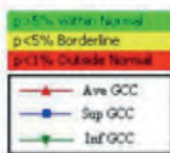
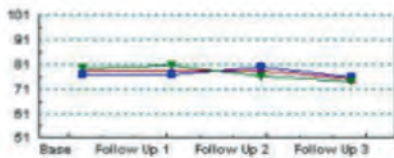
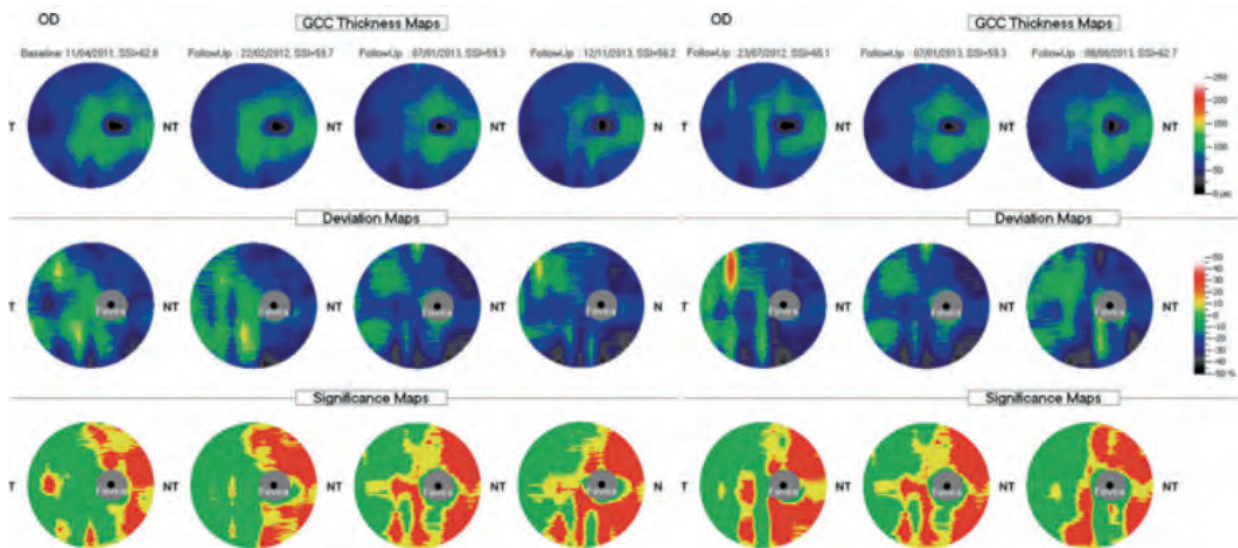
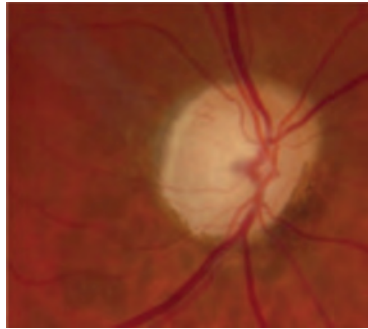




La détection d'une progression précoce du GCC doit se centrer dans la zone temporale surtout inférieure de la région maculaire.

Il est impératif de confirmer la détection de toute progression par au moins 2 examens de contrôle.

Marqueurs de progression du GCC



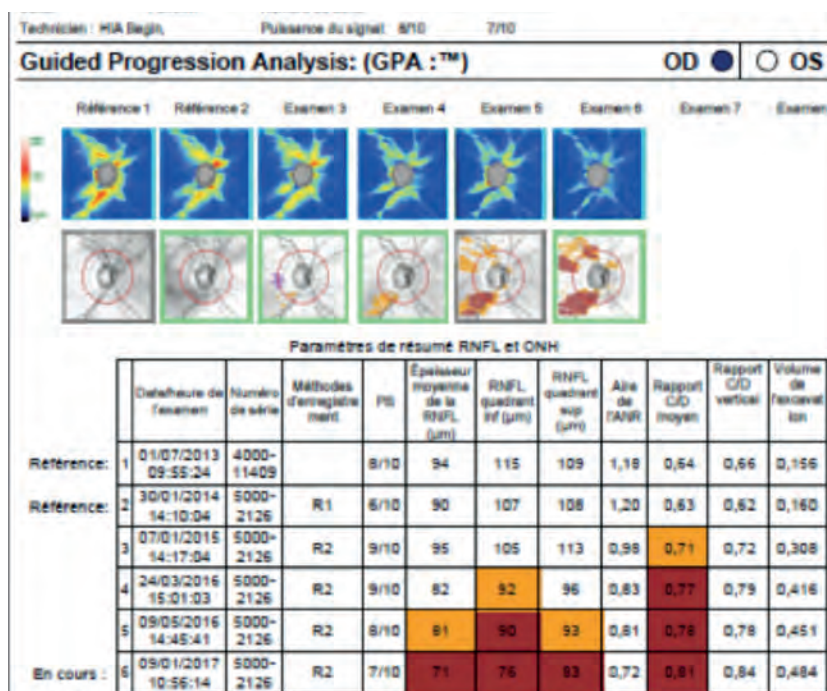
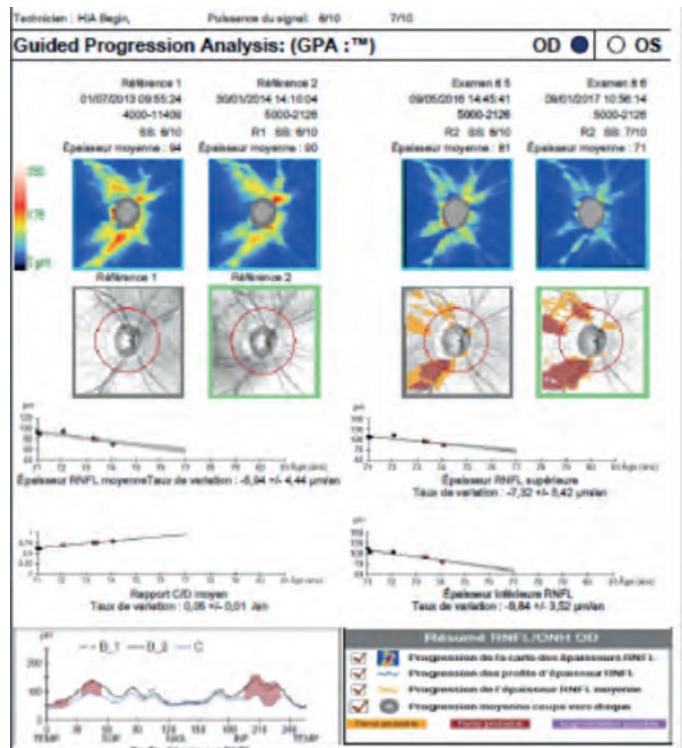
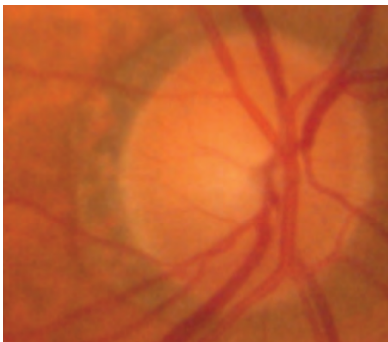
GCC Parameters	Baseline	Follow Up 1	Follow Up 2	Follow Up 3	Change
Avg. GCC (...)	77.64	76.05	77.60	74.44	-3.20
Sup. GCC(μm)	76.25	76.34	79.40	75.05	-1.20
Inf. GCC(μm)	79.03	79.75	75.79	73.63	-5.20
FLV (%)	3.149	3.443	5.801	4.007	0.850
GLV (%)	18.709	17.274	20.040	21.066	2.377

Lorsque la pente des courbes de tendance en analyse de progression est peu significative ou incertaine, l'analyse d'évolution des indices complémentaires apporte des informations additionnelles dans l'évaluation de la progression, à confronter avec les données de l'examen clinique et du champ visuel.

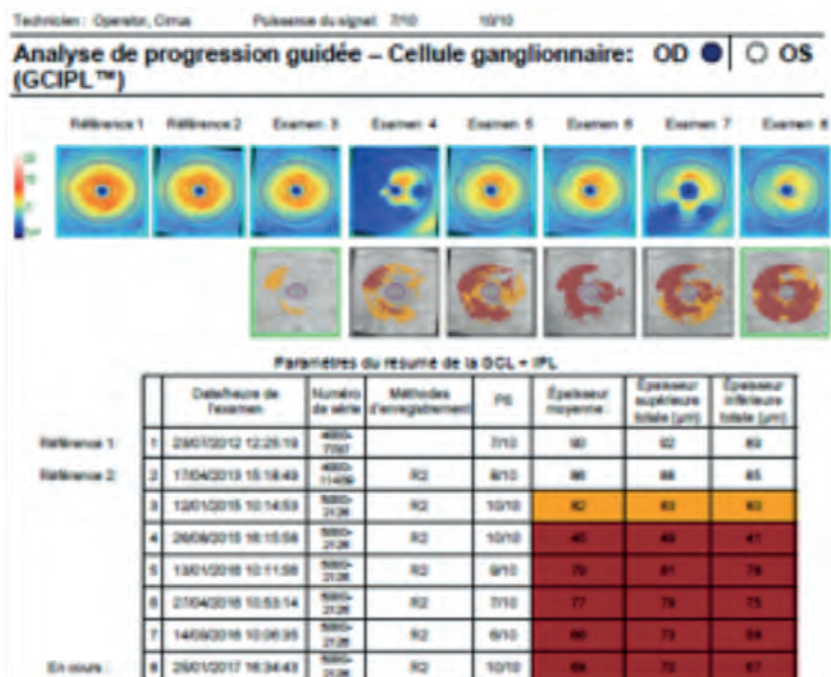
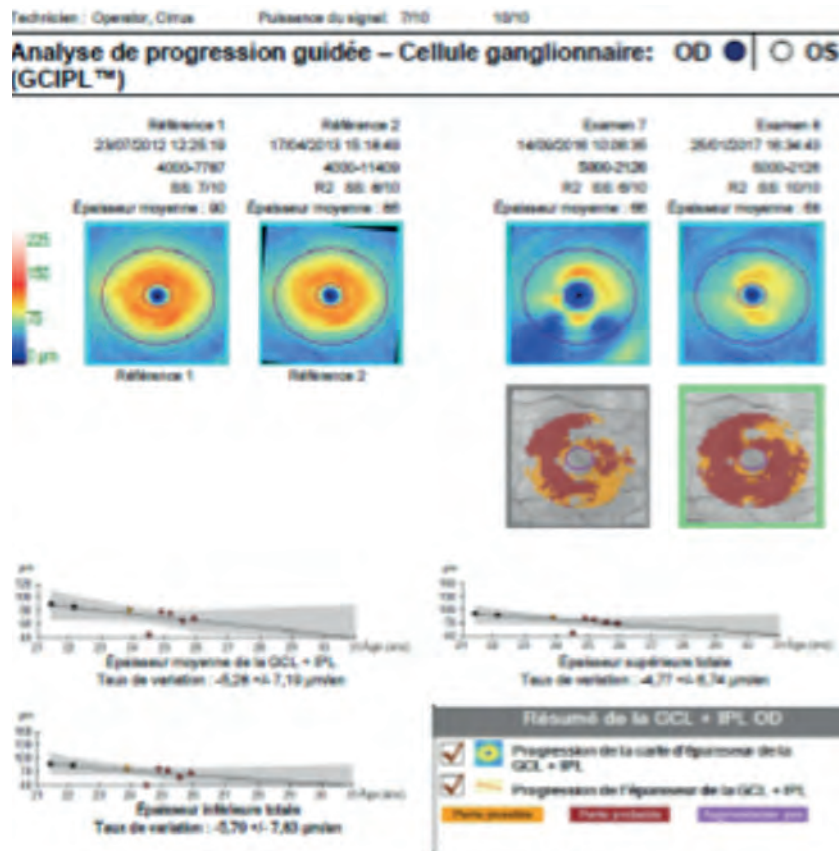
Le suivi des indices complémentaires FLV et GLV de l'OCT-SD XR Avanti et GGL (ou GCIPL) minimum du Cirrus HD-OCT semble présenter un intérêt important pour le suivi de la progression du GCC.

Marqueurs de progression du GCC

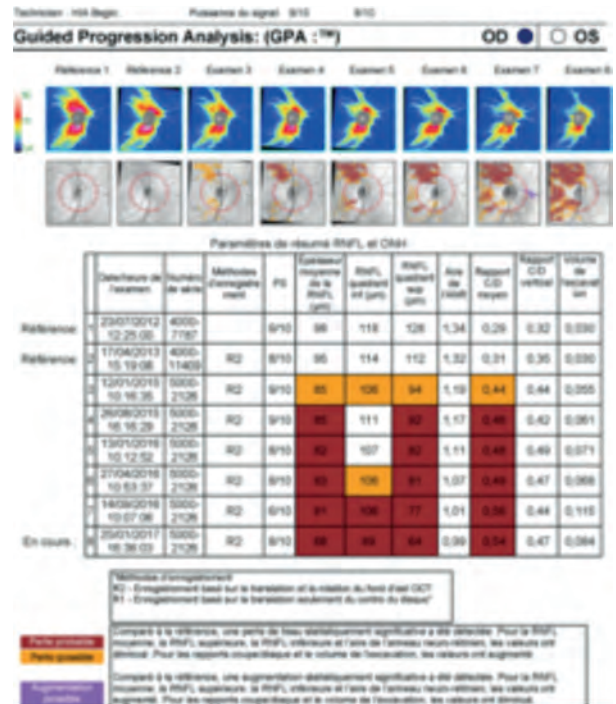
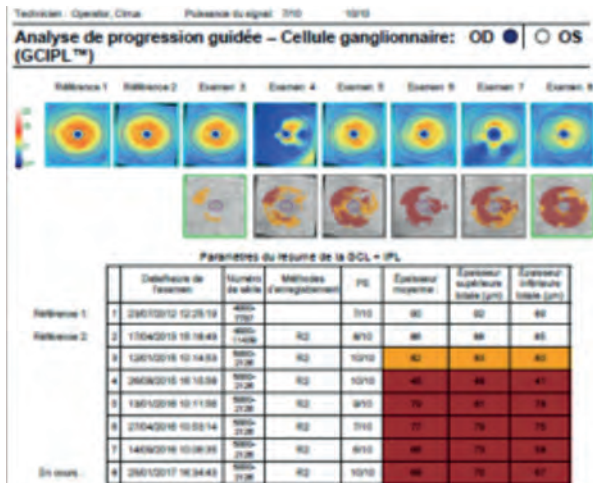
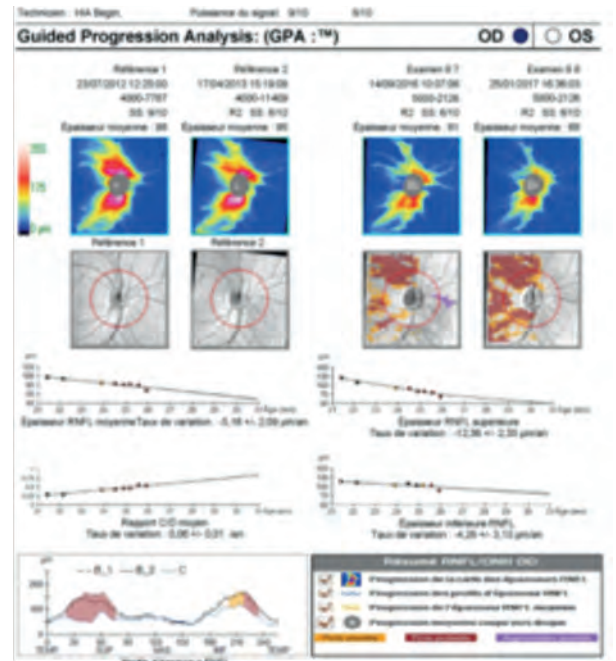
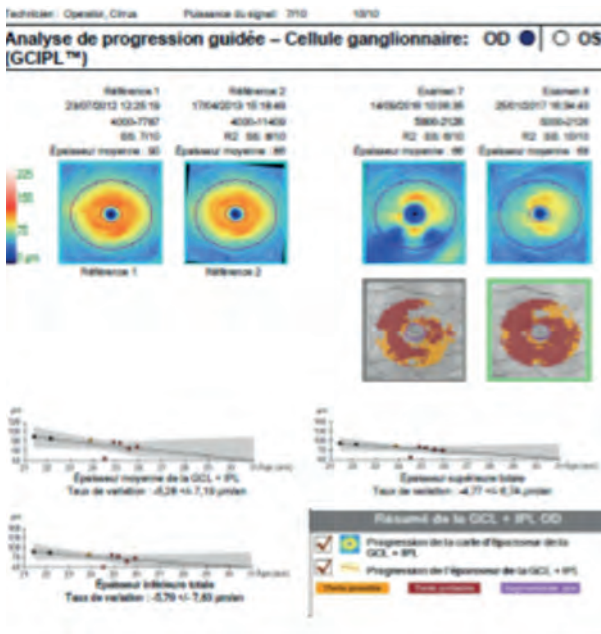
L'analyse de la progression avec le récent programme « d'analyse de progression guidée » du Cirrus HD-OCT, chez cette patiente âgée de 75 ans suivie et traitée pour GPAO, rapporte une atteinte significative des FNR, en 1 année entre le 3^{ème} et le 4^{ème} examen, qui s'est confirmée sur ces 4 ans de suivi.

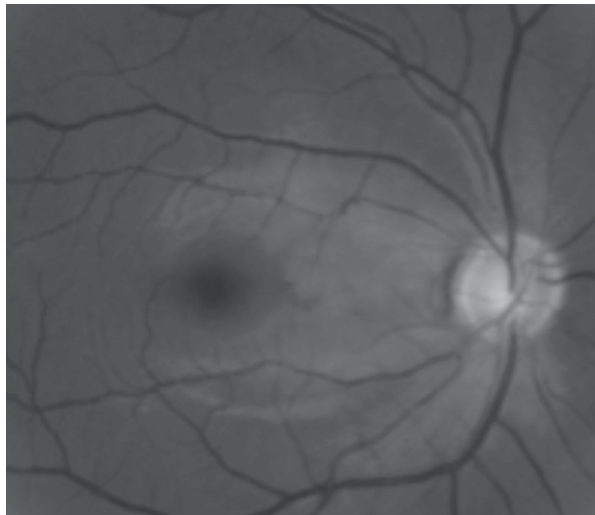


L'analyse de progression de la couche des cellules ganglionnaires retrouve une progression significative aux mêmes dates, dès la 2^{ème} année, qui s'est rapidement confirmée au niveau des deux héli-champs maculaires supérieur et inférieur.



Marqueurs de progression du GCC





Chez ce patient suivi pour un glaucome juvénile évolutif, la confrontation des données de l'analyse des FNR constate une atteinte concomitante de ces dernières, mais plus étendue que celle de la couche des cellules ganglionnaires de l'hémirétine maculaire supérieure, notamment au niveau du faisceau arciforme péripapillaire supérieur.

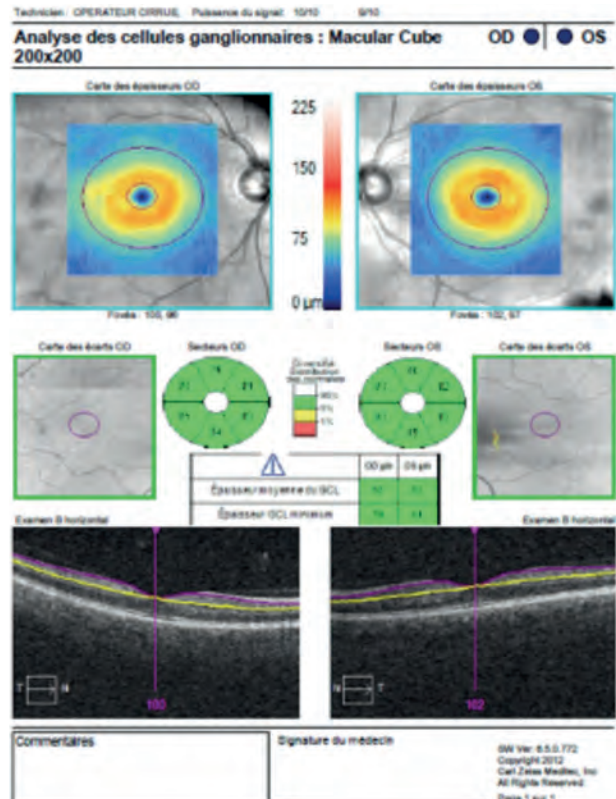
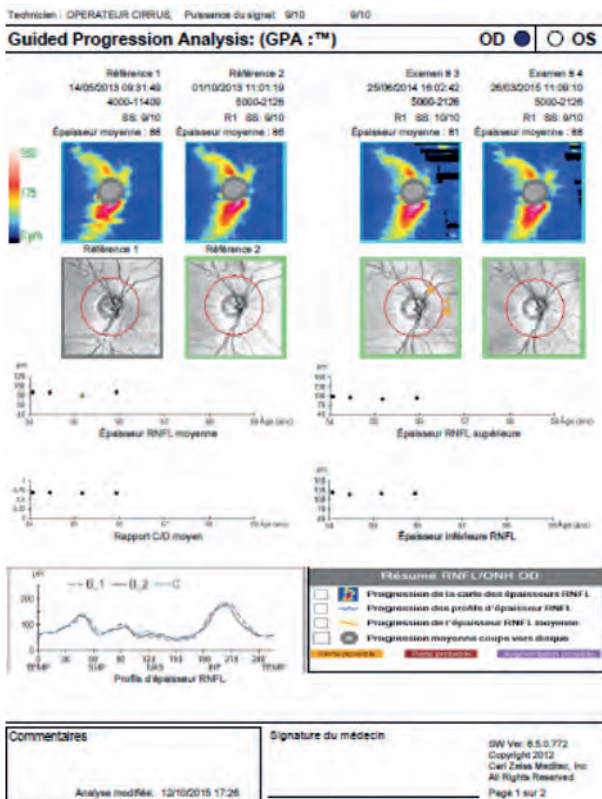
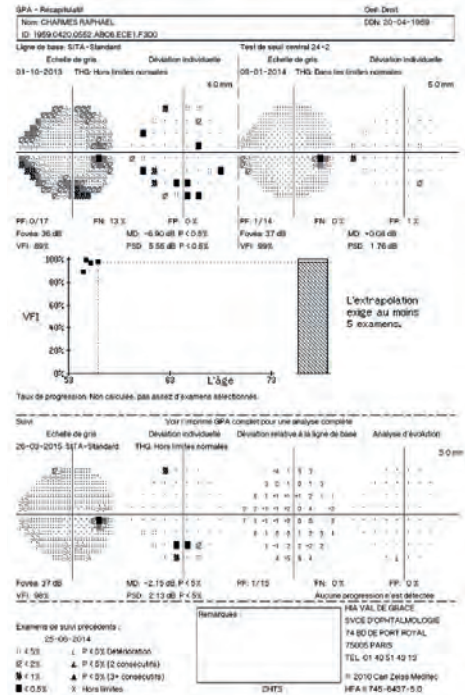
Ce cas clinique illustre bien l'intérêt de l'analyse complémentaire des FNR péripapillaires et du GCC pour mieux préciser l'étendue de l'atteinte structurale.

Ces données doivent toujours être confrontées avec celles de l'examen clinique et avec l'analyse de l'atteinte fonctionnelle.

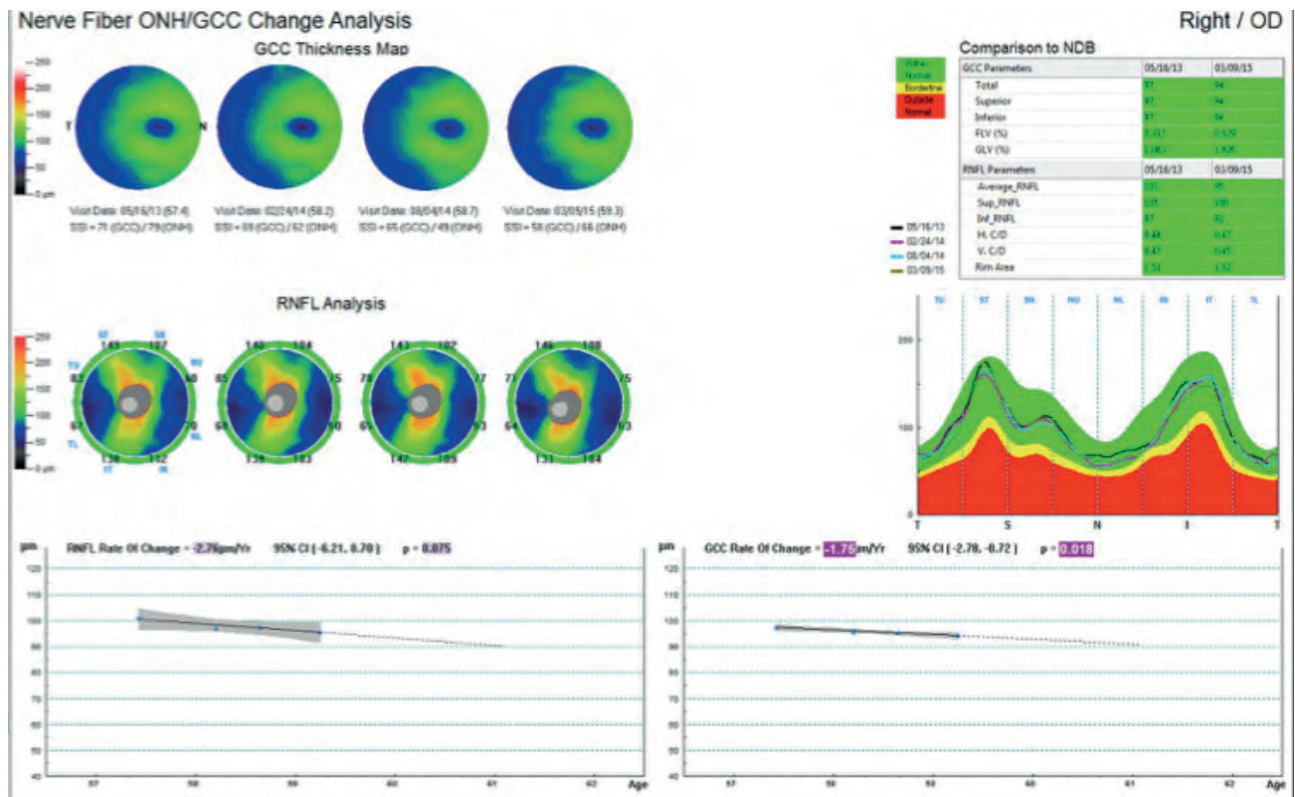
Marqueurs de progression du GCC

Patient Suspect de glaucome 2 ans de suivi

L'analyse de progression automatisée du champ visuel en Périmétrie Automatisée Standard (PAS) chez ce sujet suspect de glaucome ne rapporte pas d'atteinte patente ni de progression sur les 2 années de suivi.



Analyse de progression de l'atteinte des FNR et du GCC par OCT-SD XR Avanti.

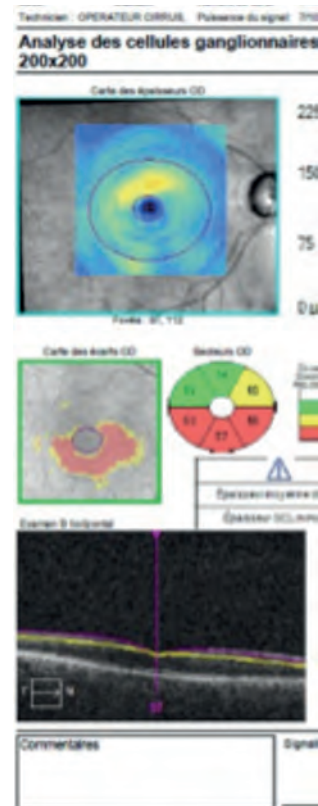
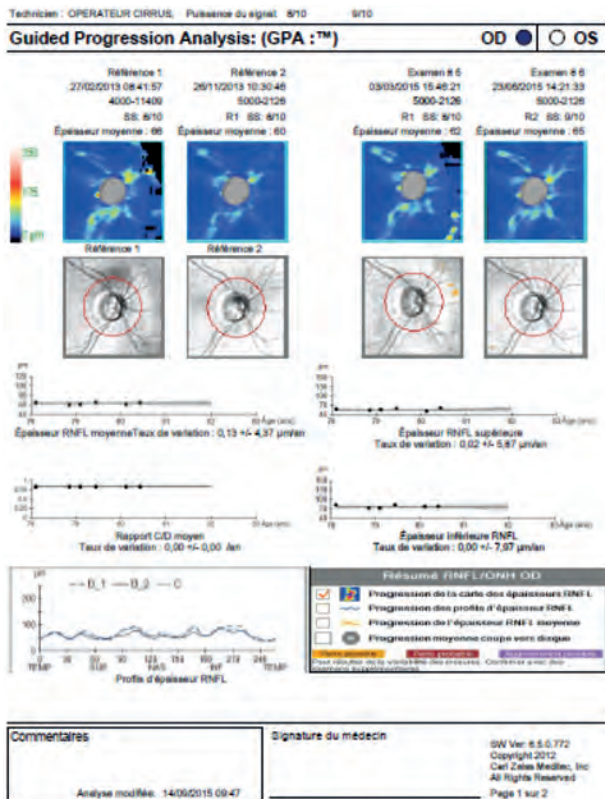
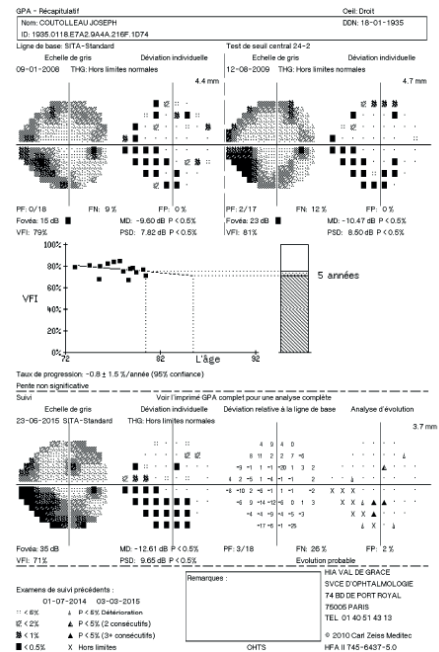


L'analyse de tendance du GCC suggère une perte significative alors que l'évaluation de l'épaisseur des couches des FNR et du GCC est dans les limites de la normale.

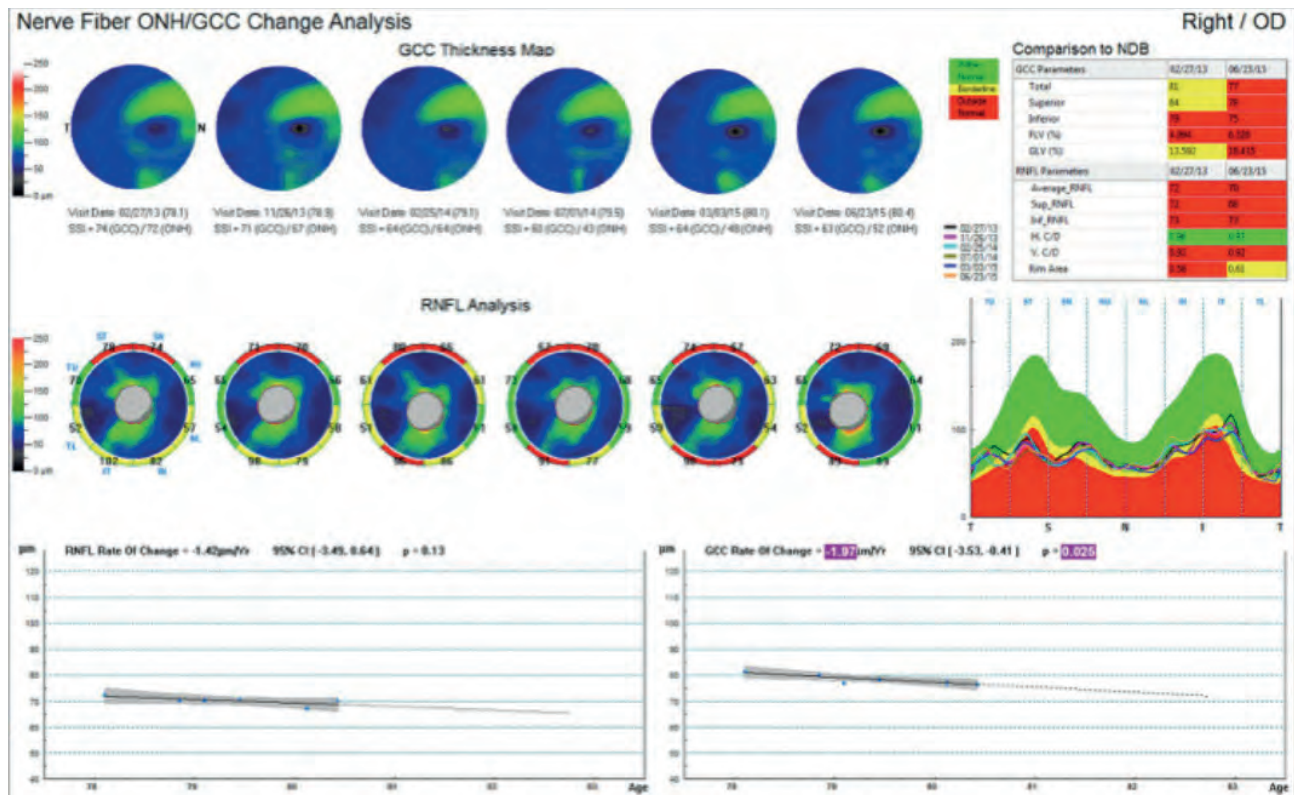
Cette courbe de tendance significative du GCC représente un signe d'appel pour renforcer la surveillance de ces formes cliniques (HTO, préperimétrique...) après confrontation avec les données de l'examen maculaire clinique.

Suivi supérieur à 2 ans chez un patient traité pour GPAO évolué

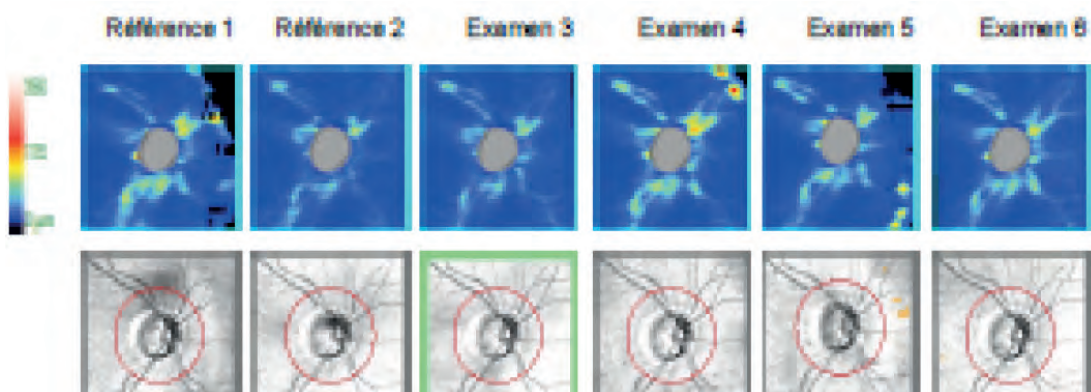
L'analyse de progression (GPA) chez ce patient, âgé de 68 ans, suivi et traité pour GPAO, rapporte une progression probable avec une pente d'évolution significative du VFI.



Analyse de progression de l'atteinte des FNR et du GCC par OCT-SD XR Avanti.



Une perte significative sur l'analyse de tendance du GCC et un effet plancher de l'analyse des FNR sans pente significative soulignent l'intérêt de l'analyse de progression du GCC dans le suivi de ces formes cliniques évoluées.

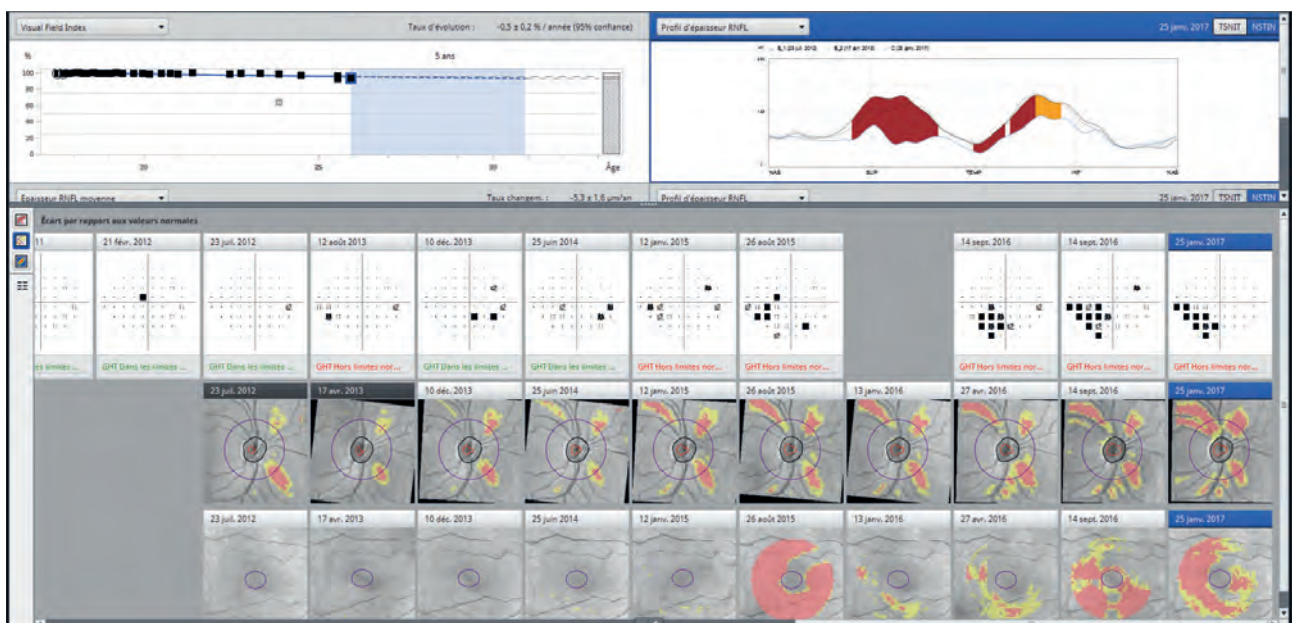
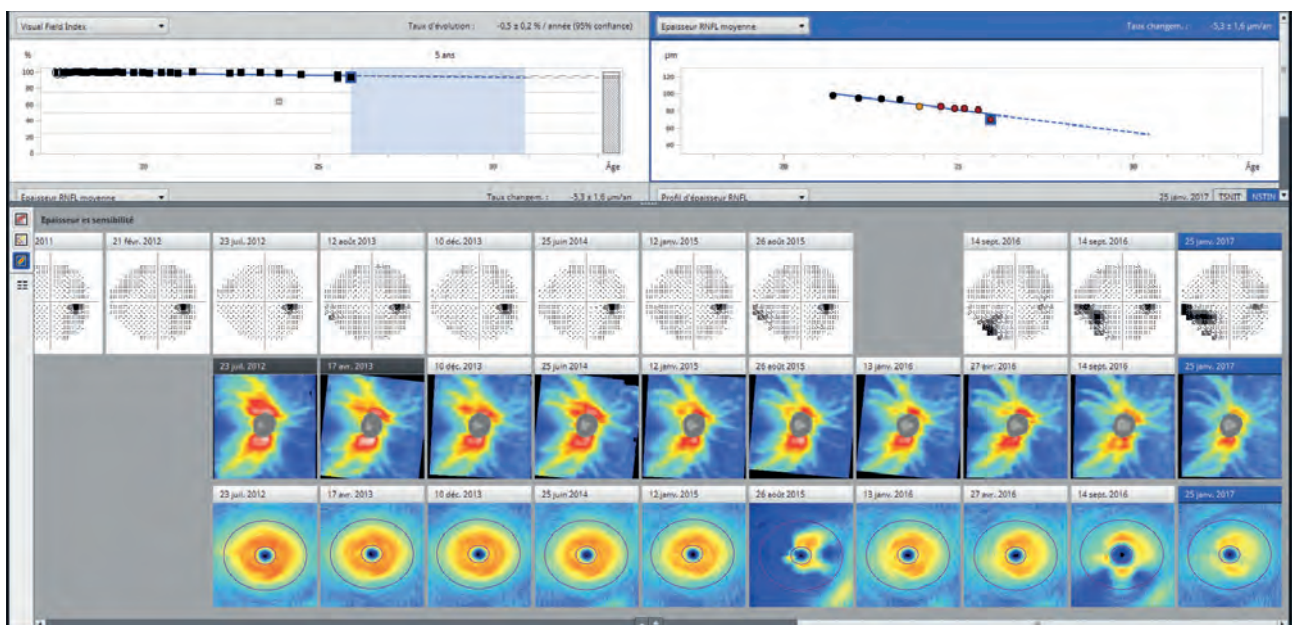


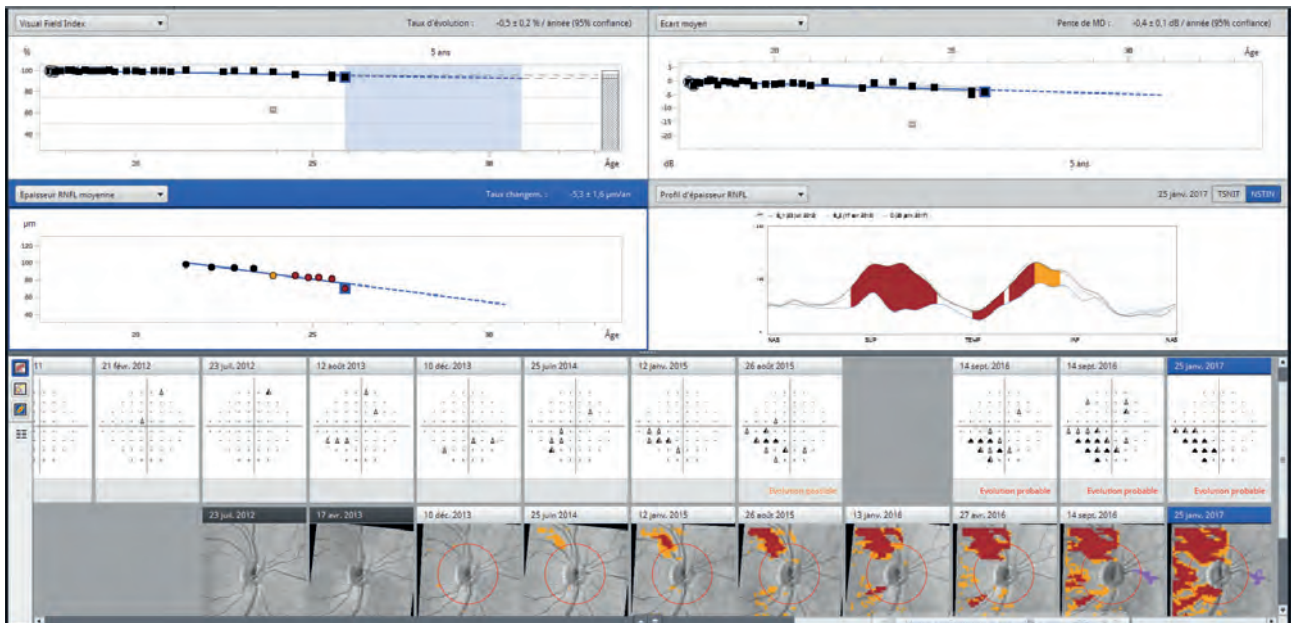
Nouvelles analyses de progression

Le nouveau programme **Glaucoma Work Place 3** permet une analyse comparative de l'atteinte structurale et fonctionnelle.

L'évolution de l'épaisseur de la couche des FNR ainsi que sa déviation par rapport aux sujets de même classe d'âge peuvent être comparées avec les pentes d'évolution de l'atteinte fonctionnelle (VFI, MD) ainsi qu'avec les cartes de déviations des déficits et leur évolution dans le temps.

Cette analyse peut être confrontée également aux profils des courbes des épaisseurs de la couche des FNR, permettant de mieux localiser les déficits et leur importance.





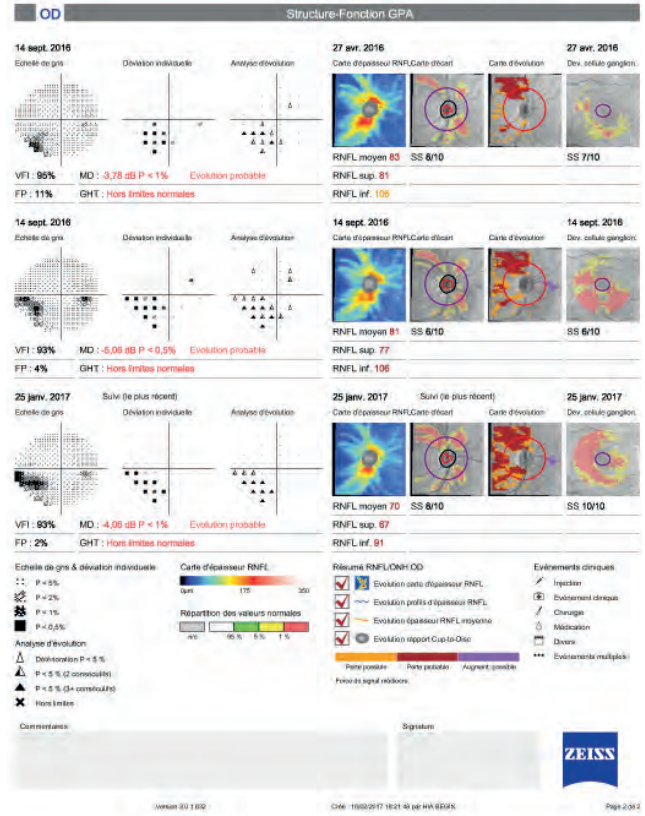
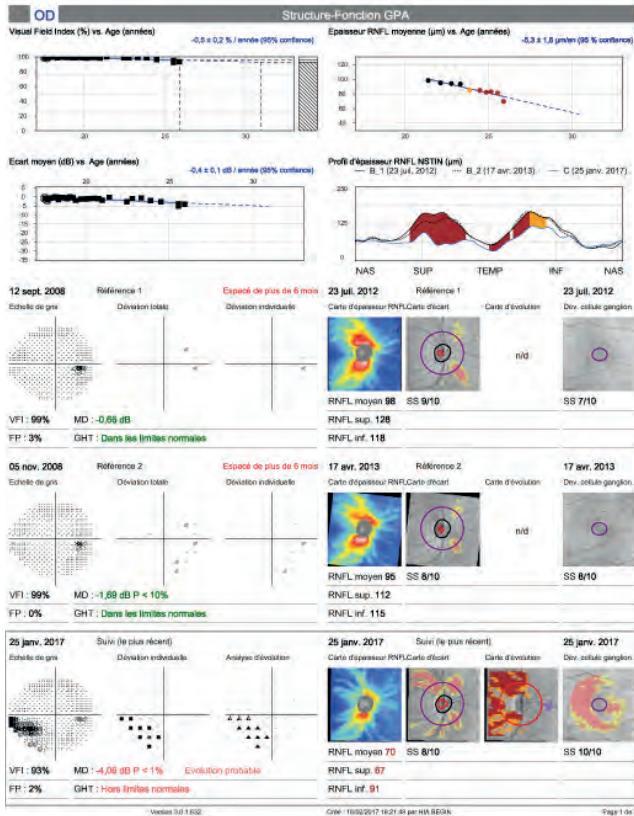
L'analyse permet également de comparer la progression de l'atteinte fonctionnelle du CV (GPA) avec l'analyse de progression de l'atteinte structurale réalisée par rapport aux 2 examens de référence initiaux du suivi du patient avec une représentation en couleurs des déficits progressifs.

Le nouveau logiciel apporte le bénéfice d'une analyse des profils des courbes des épaisseurs des FNR dans une présentation à partir du méridien horizontal Nasal puis Supérieur, Temporal, Inférieur et Nasal, pour localiser à la partie centrale du déroulé les secteurs temporeux, siège des déficits glaucomateux précoces ainsi mieux observés et analysés.

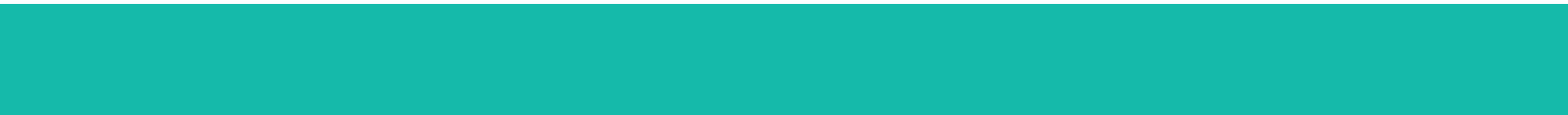
Ces nouveaux moyens d'analyse, en fonction de chaque situation clinique, vont mieux préciser l'existence d'une atteinte concomitante ou décalée de l'atteinte des FNR et de celle du retentissement fonctionnel du CV ainsi que sur leurs vitesses de progression respectives.

Nouvelles analyses de progression

Rapport Structure-Fonction Glaucoma Work Place 3. Analyse comparative sur 9 ans de suivi.



Le rapport regroupe les pentes de progression du VFI et du MD du CV, celle de l'épaisseur moyenne des FNR, la superposition des courbes de profil des épaisseurs des FNR successives selon une représentation NSTIN, qui permet de mieux localiser et préciser les déficits par une observation de leur localisation à la partie centrale. Puis les analyses successives de progression GPA du CV, de l'épaisseur des FNR avec leurs déviations ainsi que leur analyse de progression au GPA et enfin, les cartes de déviation du GCC.



Les nouveaux programmes permettent une analyse sur le même rapport de l'atteinte structurale et fonctionnelle (FNR, GCC et CV) et de leur progression aux mêmes dates.

Ces nouveaux rapports apporteront sans nul doute des renseignements importants sur les modifications structurales progressives, ainsi que sur leur prédictibilité potentielle de futur déficit fonctionnel cliniquement pertinent.

Les deux techniques essentielles d'analyse de la progression ainsi regroupées sur le même rapport seront un atout supplémentaire majeur pour une prise en charge individualisée plus spécifique et plus performante des patients aux différents stades de la neuropathie et de son évolution.





11. L'OCT-Angiographie aujourd'hui dans le glaucome ?

L'OCT-Angiographie (OCT-A) permet une nouvelle cartographie « en face » du réseau vasculaire rétinien et du nerf optique superficiel.

L'intérêt de l'imagerie OCT « en face », basée sur l'intensité moyenne de réflectance des couches rétiniennes superficielles, juste en dessous du bord vitréen de la limitante interne (LI), sur environ 52 μm , a été bien démontré. Elle apporte un certain nombre d'informations sur les lésions glaucomateuses localisées, manquées ou négligées avec l'analyse de l'épaisseur de la couche des FNR étudiée sur les relevés en OCT-SD.

Le principe de l'OCT-A repose sur la réalisation de plusieurs coupes successives très rapides au même endroit et l'évaluation des différences de signal entre les structures anatomiques statiques et les éléments figurés du sang en mouvement. La variation de signal émise par ces derniers entre deux coupes permet d'obtenir leur imagerie et une visualisation « en face » de l'architecture capillaire.

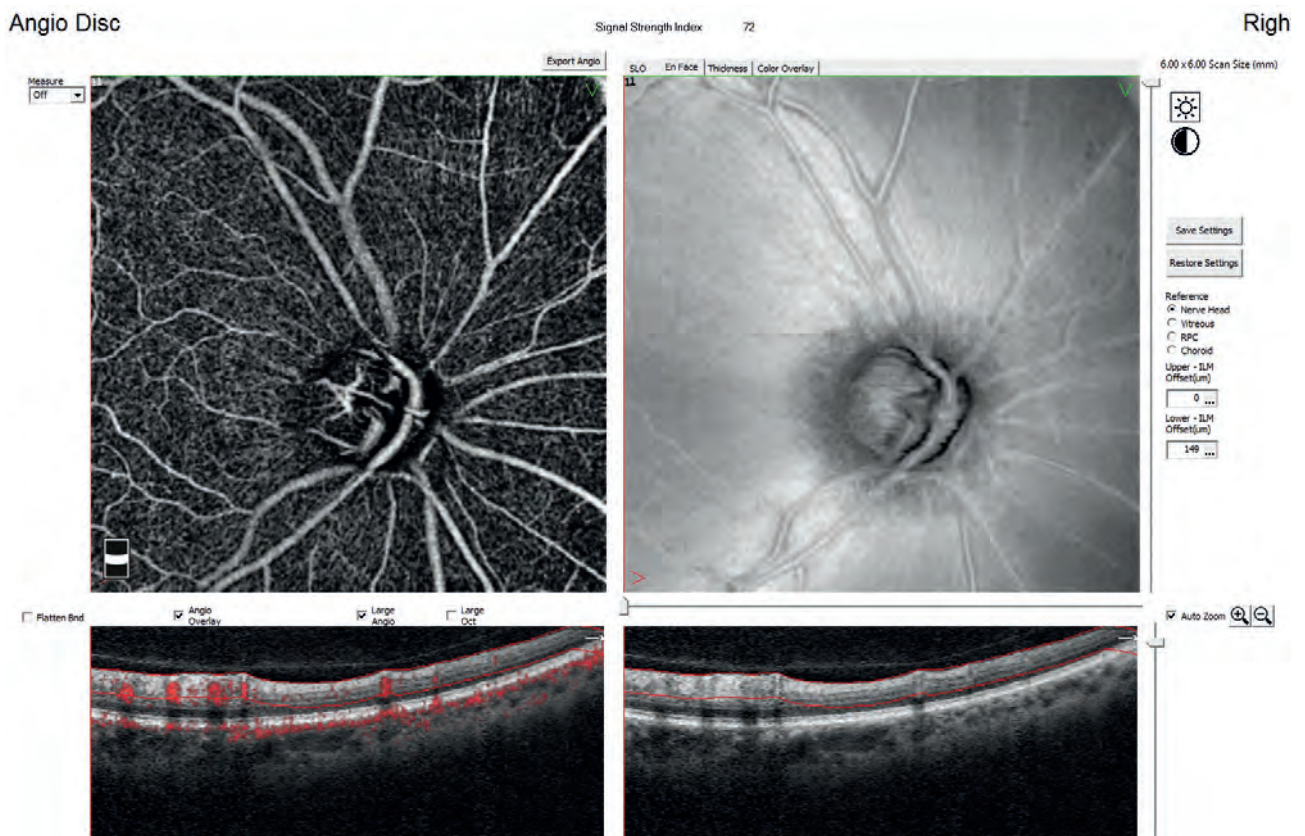
Son avantage essentiel, grâce à des algorithmes de traitements et d'extractions spécifiques des images (SSADA, OMAG...) est celui d'une visualisation séparée des plexus capillaires superficiel et profond à partir de la même acquisition rapide.

Différentes fenêtres d'acquisitions (3 x 3 mm à 9 x 9 mm) sont actuellement disponibles en OCT-Angiographie.

Initialement développée pour l'analyse rétinienne maculaire elle a largement démontré son intérêt dans les pathologies maculaires.

Les premières études dans le glaucome sont encore récentes et essentiellement centrées sur l'étude du réseau capillaire péripapillaire.

Chaque angiogramme obtenu est associé à l'image d'OCT en face. Ces 2 images doivent être analysées ensemble et avec le scan B correspondant pour s'affranchir d'éventuels artéfacts.

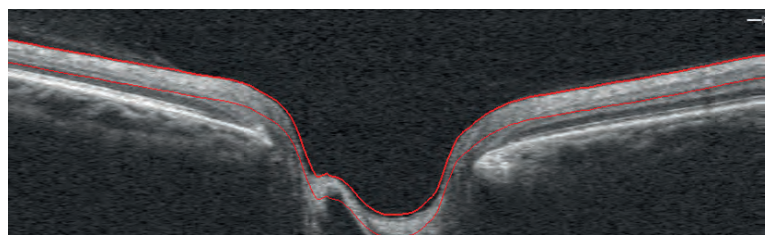
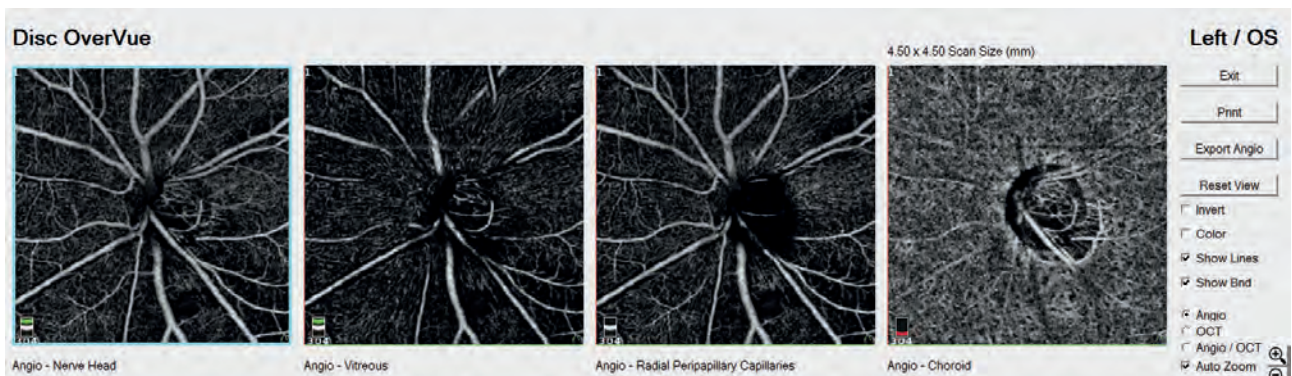


RELEVÉ OCT-ANGIOGRAPHIQUE PAR ANGIOVUE

OCT-Angiographie & Glaucome

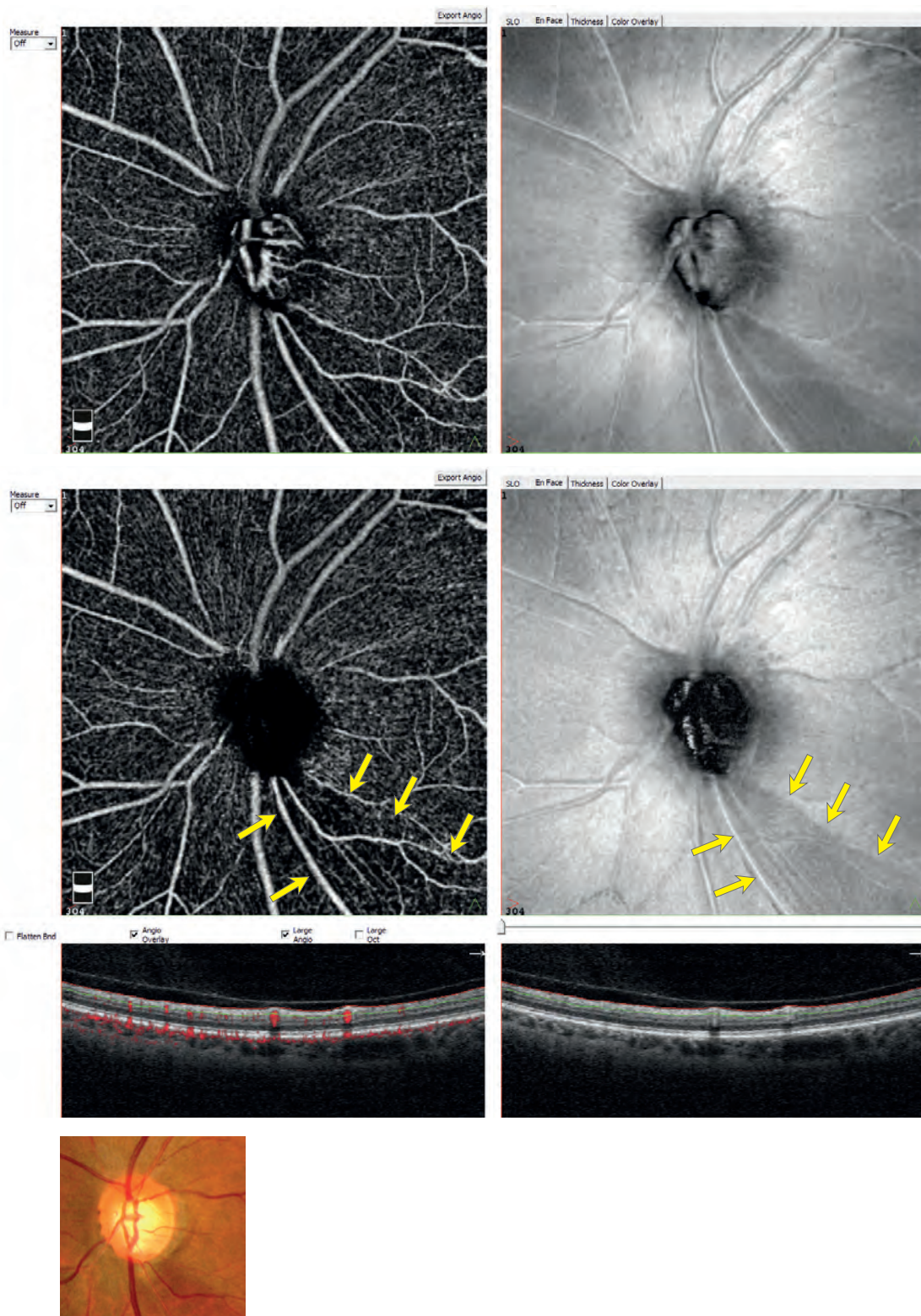
Le logiciel de l'OCT Angio-AngioVue définit par défaut 4 épaisseurs de segmentation :

- **Nerve Head**, qui correspond aux 150 premiers μm en partant de la limitante interne (LI).
- **Vitreous** correspond à la zone du vitré dans le champ d'acquisition avec les 50 premiers μm à partir de la LI.
- **Capillaires radiaires péripapillaires (RCP)** correspond à la segmentation de la LI à la limite postérieure de la couche des FNR.
- **Choroid** correspond au secteur plus postérieur de l'épithélium pigmentaire rétinien jusqu'au 75 μm plus postérieurs.



L'image en face, chez cette patiente âgée de 57 ans suivie et traitée pour GPAO, détecte bien les déficits temporaux inférieurs et l'angiogramme, sur l'analyse de l'épaisseur rétinienne globale (Nerve Head), détecte l'atteinte localisée du réseau capillaire vasculaire dans le même secteur.

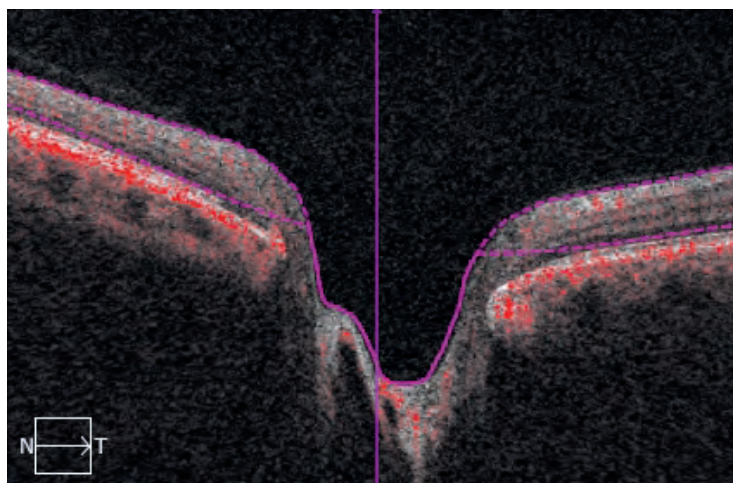
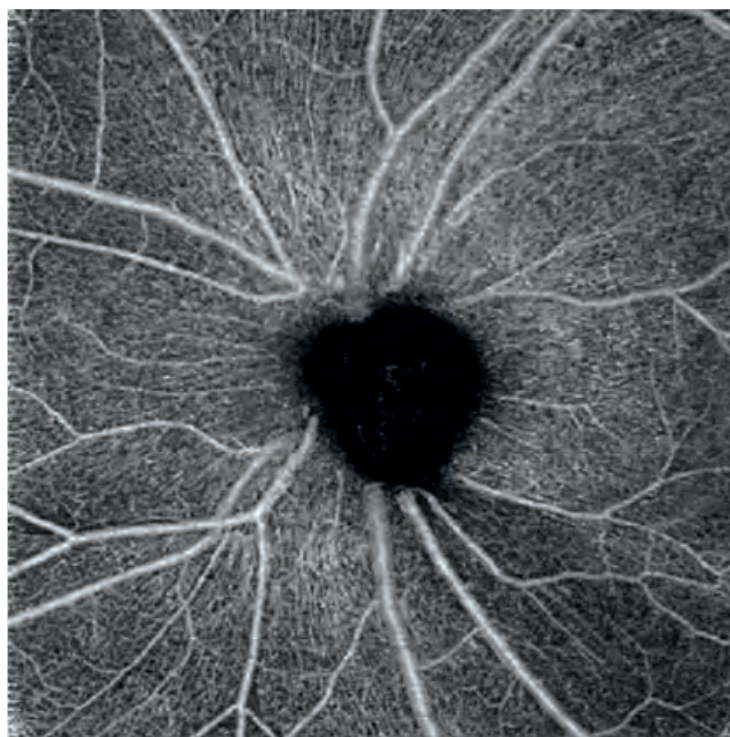
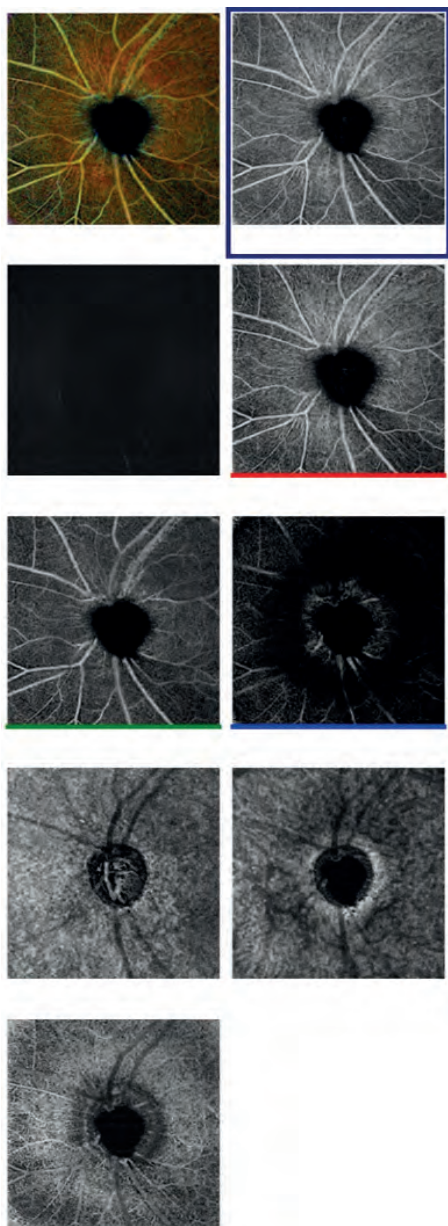
L'atteinte du réseau vasculaire est mieux mise en évidence sur l'analyse au niveau du réseau capillaire radiaire péripapillaire (RCP) du relevé inférieur.



OCT-Angiographie & Glaucome

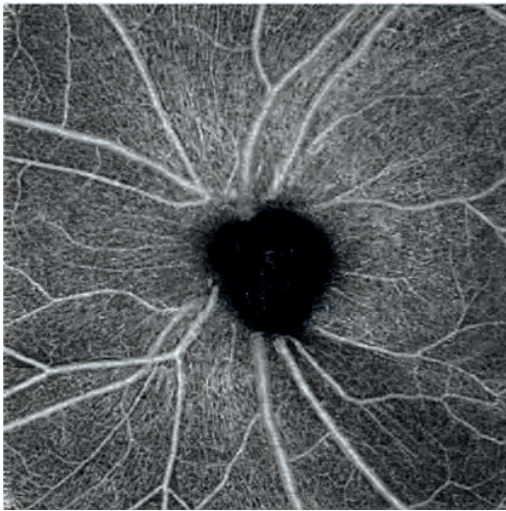
Le logiciel de l'Angioplex sur Cirrus HD-OCT définit également par défaut plusieurs épaisseurs de segmentation :

- **Rétine de la LI** jusqu'à 70 μm au-dessus de l'épithélium pigmentaire rétinien (EPR) pour réduire son hyperréflexivité.
- **VRI** (ou interface vitréo-rétinienne) superficielle pour les pathologies de surface rétinienne.
- **SRL** : couche rétinienne superficielle de la LI à la couche plexiforme interne (IPL) (zone du réseau vasculaire superficiel).
- **DRL** : couche rétinienne profonde de l'IPL à la couche plexiforme externe (OPL).
- **Couche avasculaire de l'OPL** à la jonction des segments internes et externes IS/OS.
- **Choriocapillaire et choroïde** de 30 μm au-delà de l'EPR jusqu'à 50 et 115 μm de celui-ci.



L'image en face, chez la même patiente, détecte bien les déficits temporaux inférieurs ici avec l'Angioplex sur Cirrus HD-OCT.

L'angiogramme objective bien l'atteinte localisée du réseau vasculaire dans le même secteur, avec une mise en évidence encore plus nette dans la segmentation au niveau du réseau rétinien superficiel du relevé inférieur.



ANALYSE RÉTINE TOTALE

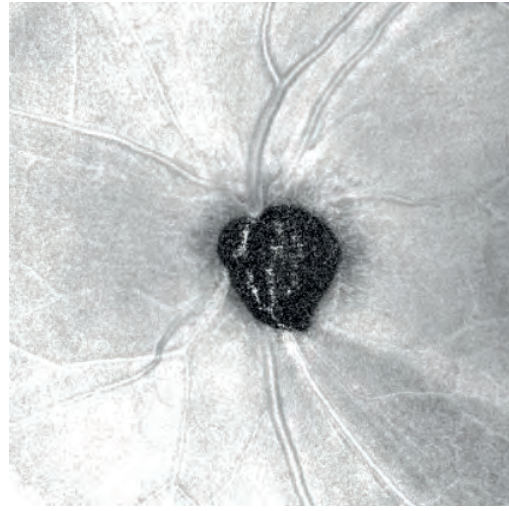
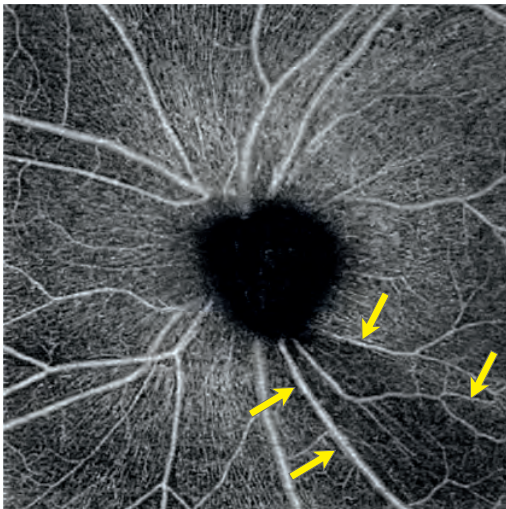


IMAGE EN FACE



RÉSEAU VASCULAIRE RÉTINIEN SUPERFICIEL

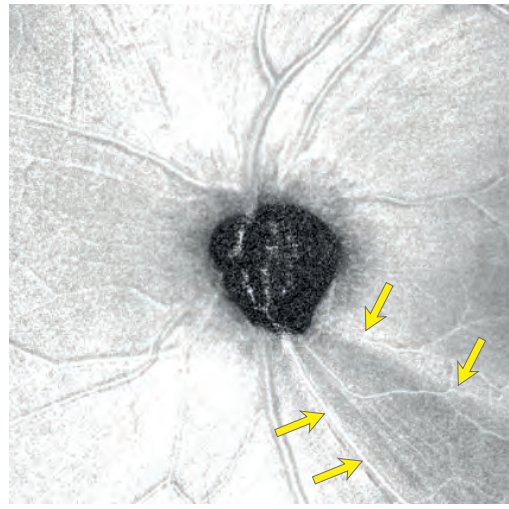
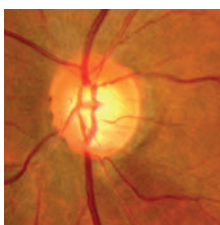


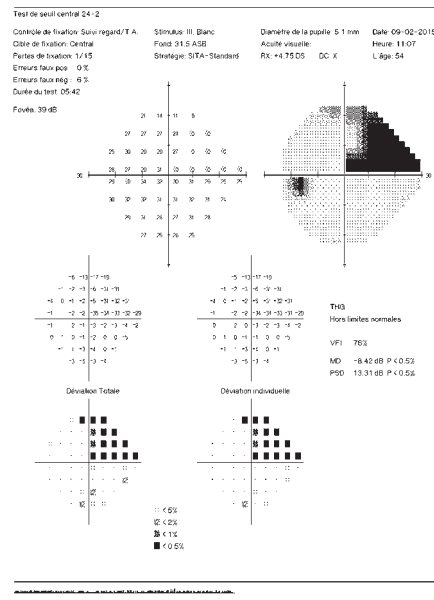
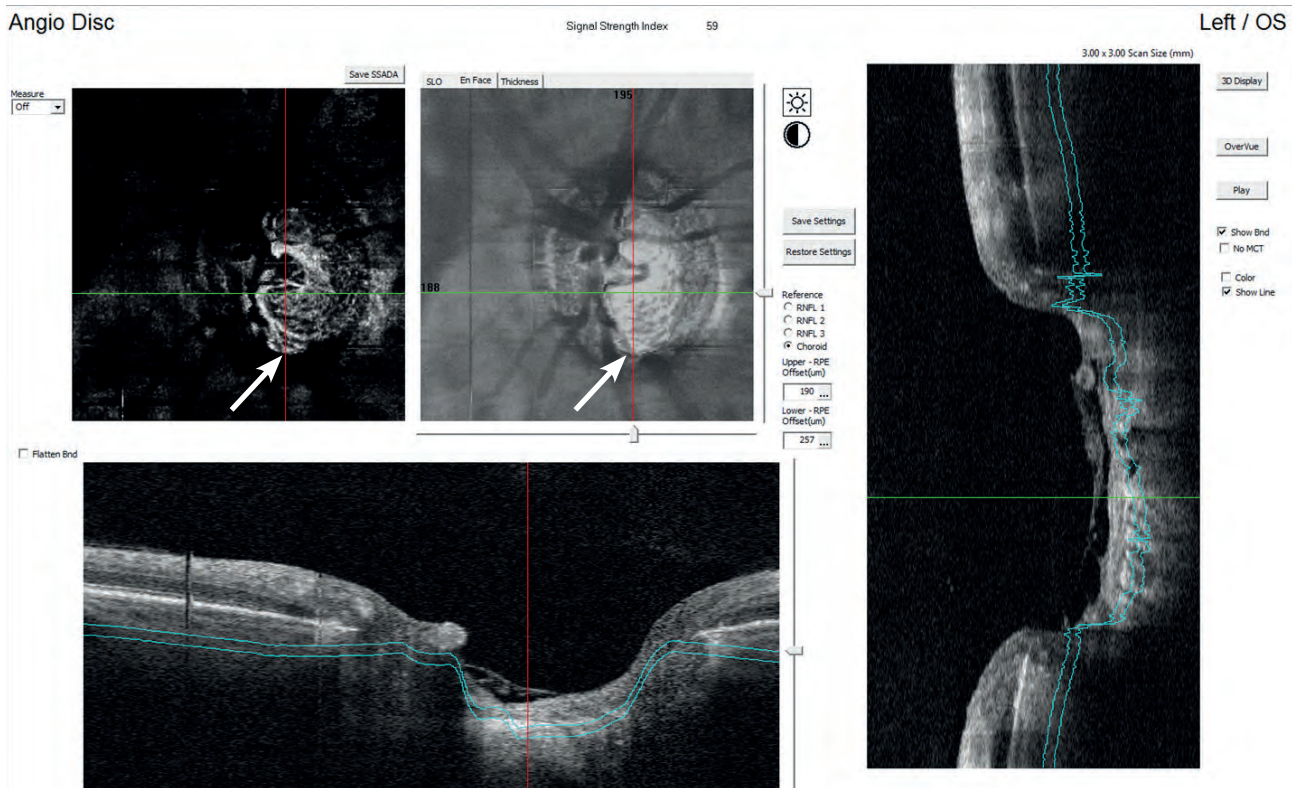
IMAGE EN FACE



OCT-Angiographie & Glaucome

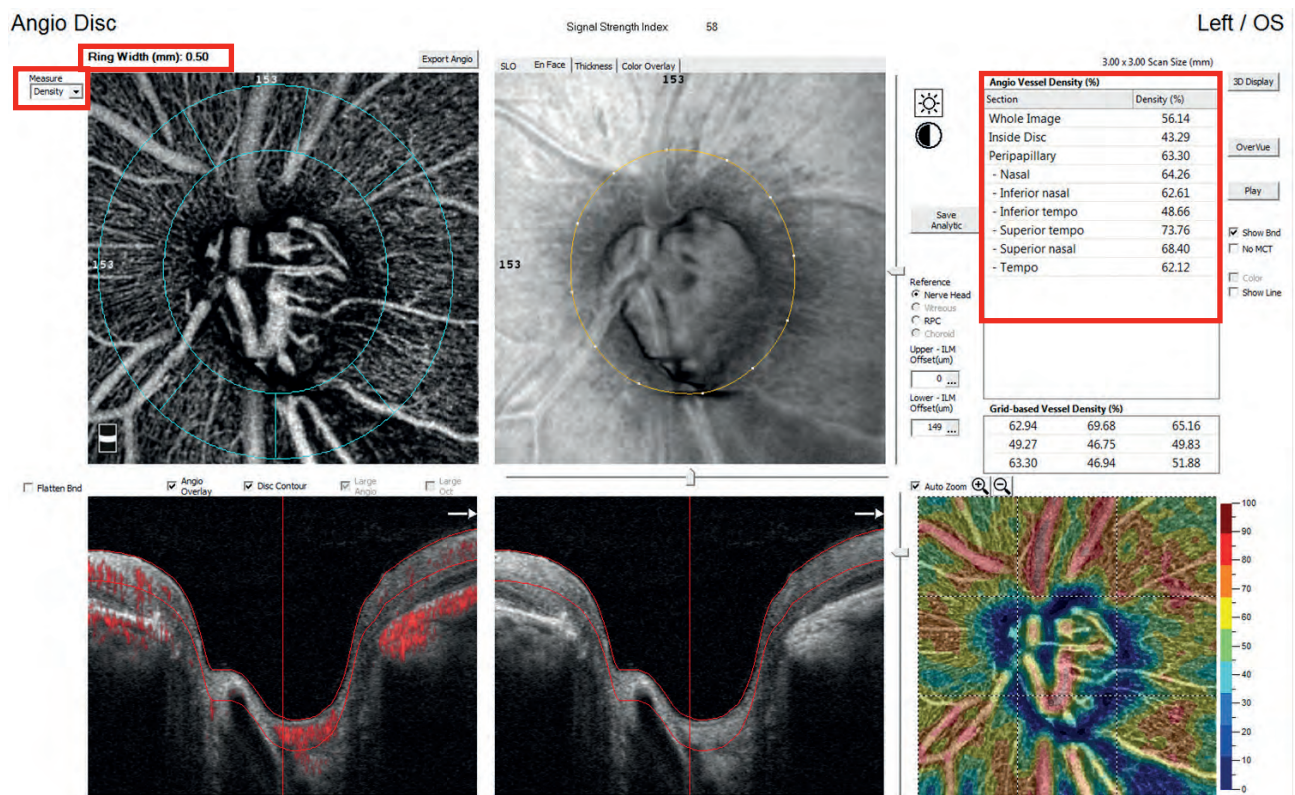
Si les épaisseurs de segmentation des couches sont définies par défaut par le logiciel, elles peuvent être modifiées manuellement afin de centrer une zone d'intérêt.

La segmentation localisée, ici au niveau de la lame criblée, met en évidence dans le secteur temporel inférieur un élargissement des pores de la lame criblée, avec une diminution du réseau vasculaire, bien visible sur l'image en face dans le secteur temporel inférieur correspondant à l'atteinte de l'anneau neuro rétinien et corrélé au déficit fonctionnel du CV.



L'OCT-Angio apporte un nouvel indice de mesure de densité vasculaire du disque optique qui vient compléter les indices de flux sanguin. Ces derniers indices de flux, peu reproductibles, ne sont actuellement plus retenus, avec les moyens de mesures actuels. Seuls les indices de densité vasculaire en pourcentage de l'aire occupée par les vaisseaux dans la région étudiée, sont l'objet des études actuelles.

Les récents travaux avec l'AngioVue rapportent une bonne reproductibilité des mesures de la densité vasculaire péripapillaire et de la TNO avec une bonne corrélation en fonction de la sévérité du glaucome.



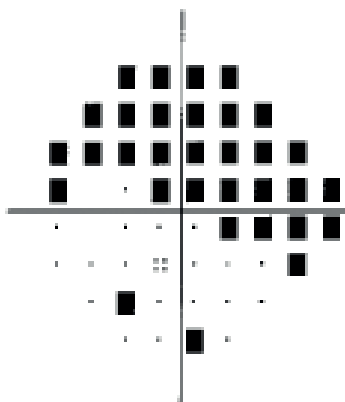
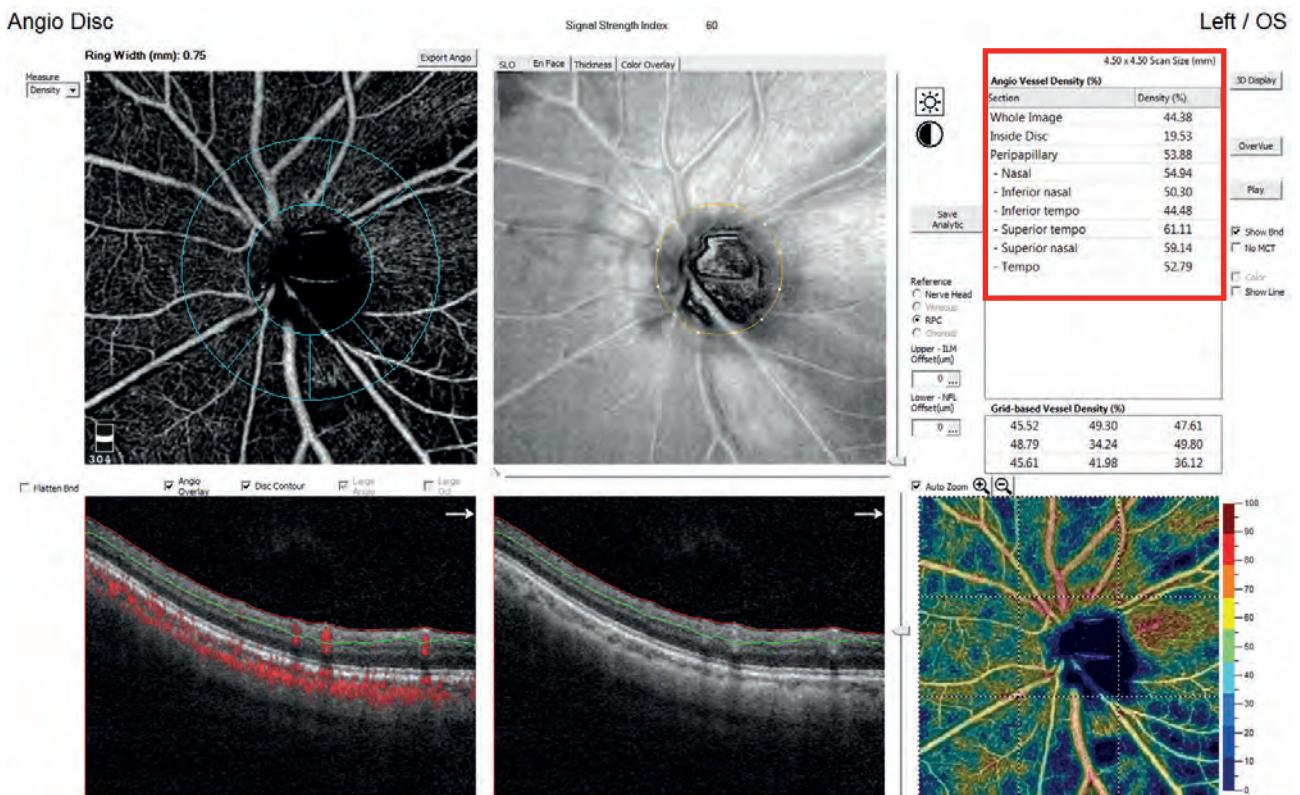
Les mesures de l'indice de densité vasculaire en pourcentage se font, après délimitation des bords du disque optique (DO), sur l'ensemble de sa surface et sur les 6 secteurs d'une cartographie annulaire péripapillaire de 0,5 mm de large. Un intérêt particulier est porté aux secteurs temporaux supérieur et inférieur, et temporel des couches capillaires péripapillaires en raison du caractère localisé des lésions glaucomateuses dans ces territoires. L'analyse doit considérer l'image en face, l'image angiographique, la carte colorée de densité de flux ainsi que les valeurs globales et sectorielles de densité vasculaire en pourcentage.

Chez cette patiente, l'AngioVue objective une baisse de la densité vasculaire péripapillaire temporelle inférieure (TI). Le déficit en FNR est bien vu sur l'image en face dans les zones TI avec une légère couleur bleutée dans les zones péripapillaires spatialement correspondantes sur la carte colorée de densité de flux.

OCT-Angiographie & Glaucome

Chez cette patiente, âgée de 65 ans, suivie et traitée pour GPAO, l'OCT-Angiographie objective une baisse de la densité vasculaire péripapillaire tempore inférieure (TI) et supérieure (TS). Le déficit en FNR est bien vu sur l'image en face dans les zones TI et TS avec une légère couleur bleutée dans les zones péripapillaires spatialement correspondantes sur la carte colorée de densité de flux.

L'OCT-Angiographie peut parfois mettre en évidence une zone d'atteinte de la densité vasculaire dans un secteur, ici temporal supérieur, sans retentissement fonctionnel encore bien décelé dans le territoire correspondant à l'étude du CV en PAS.



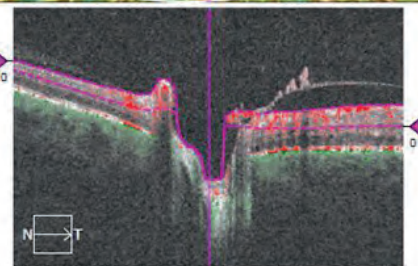
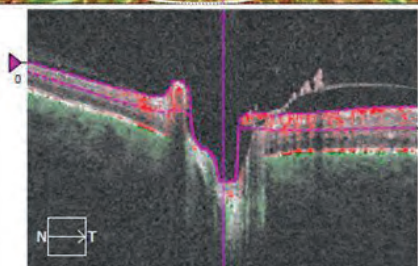
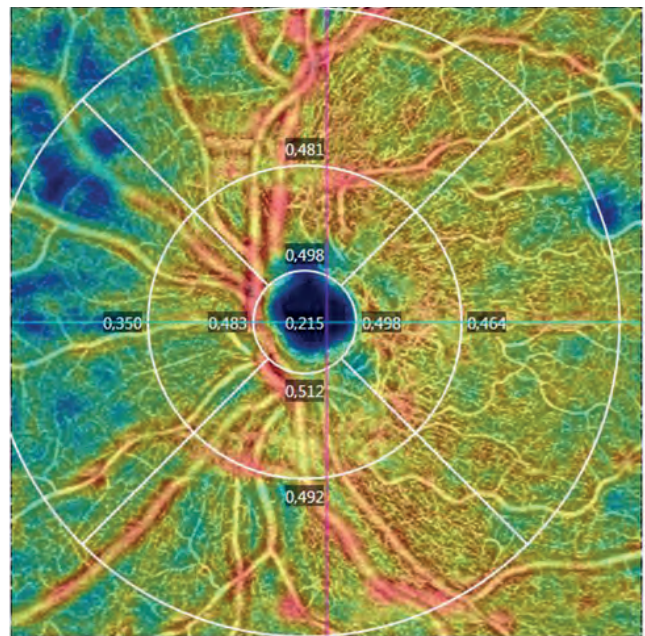
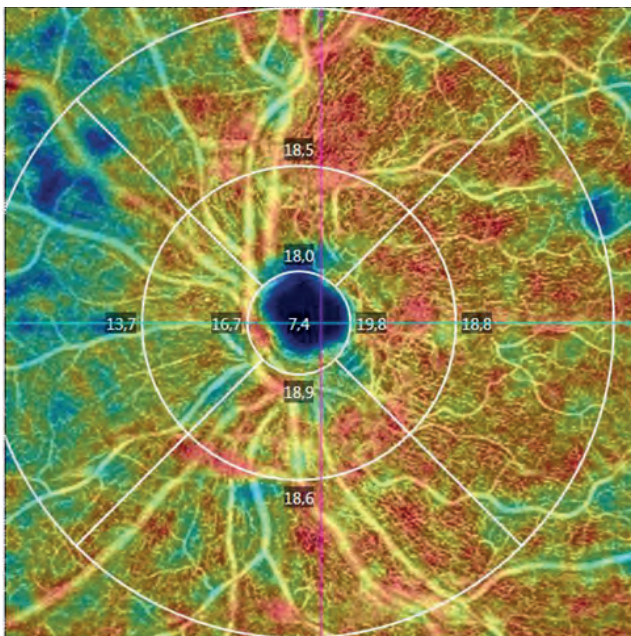
L'OCT-A AngioPlex sur Cirrus HD-OCT évalue 2 indices de densité vasculaire sur les cartes de densité de flux étudiées selon une échelle EDTRS.

LA DENSITÉ DES VAISSEAUX

qui est une mesure de la longueur totale des vaisseaux sanguins par unité de surface (en mm/mm²).

LA DENSITÉ DE PERFUSION

qui est un quotient de la superficie totale des zones de perfusion/surface non perfusée.



AngioPlex Metrix - Mesure de densité

Vaisseau | Perfusion

Calques: Carte | Suivi | FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Grille

Valeurs

Région	Densité
Centr.	7,4 mm ⁻¹
Interne	18,3 mm ⁻¹
Externe	17,5 mm ⁻¹
Tout	17,4 mm ⁻¹

FAZ

Zone	0,47 mm ²
Périmètre	2,91 mm
Circularité	0,70

Modifier

Calques: Carte des épaisseurs

AngioPlex

Structure

Transparence (%) 50

Image du fond d'œil

Navigateurs de coupe

Référence	Décalage
Haut: ILM	0
Bas: IPL	0

Supprimer des projections

AngioPlex Metrix - Mesure de densité

Vaisseau | **Perfusion**

Calques: Carte | Suivi | FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Grille

Valeurs

Région	Densité
Centr.	0,215
Interne	0,498
Externe	0,448
Tout	0,453

FAZ

Zone	0,47 mm ²
Périmètre	2,91 mm
Circularité	0,70

Modifier

Calques: Carte des épaisseurs

AngioPlex

Structure

Transparence (%) 50

Image du fond d'œil

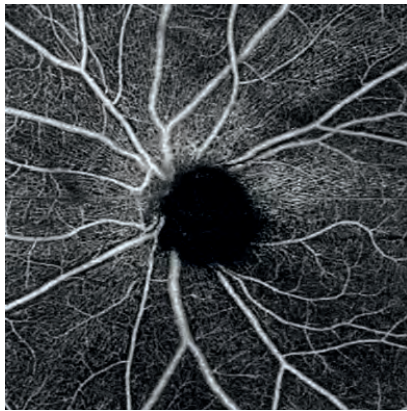
Navigateurs de coupe

Référence	Décalage
Haut: ILM	0
Bas: IPL	0

Supprimer des projections

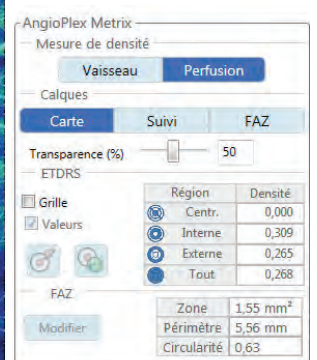
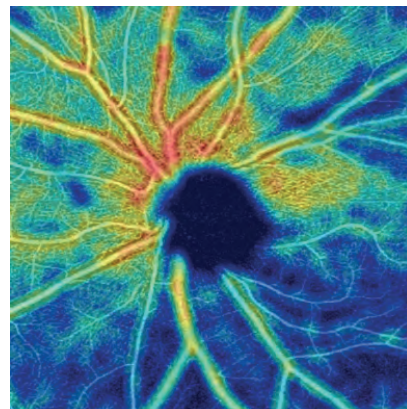
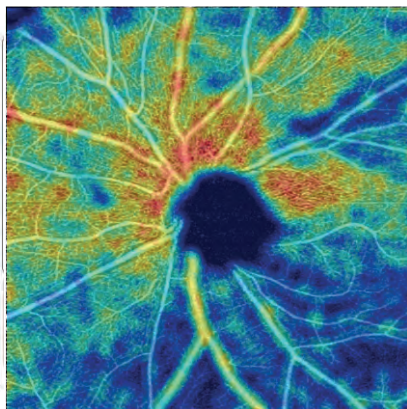
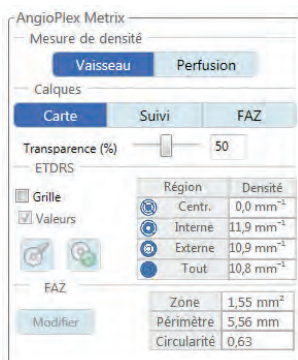
OCT-Angiographie & Glaucome

Chez cette patiente âgée de 66 ans suivie pour GPAO évolué, l'analyse en Angioplex Metrix objective une atteinte des paramètres de densité des vaisseaux et de la densité de perfusion dans les territoires topographiques bien corrélée avec l'atteinte fonctionnelle du CV.

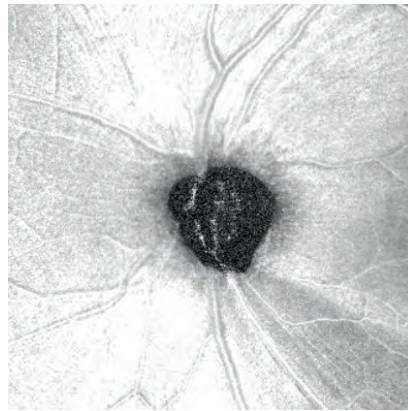
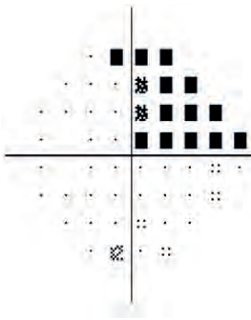


DENSITÉ DES VAISSEAUX

DENSITÉ DE PERFUSION



Pour cette patiente âgée de 57 ans suivie pour GPAO débutant, l'analyse en Angioplex Metrix retrouve également une atteinte des paramètres de densité des vaisseaux et de la densité de perfusion dans les territoires topographiques bien corrélée avec l'atteinte fonctionnelle du CV.



DENSITÉ DES VAISSEAUX

DENSITÉ DE PERFUSION

AngioPlex Metrix

Mesure de densité

Vaisseau Perfusion

Calques

Carte Suivi FAZ

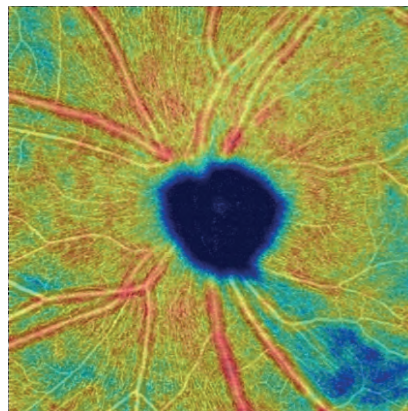
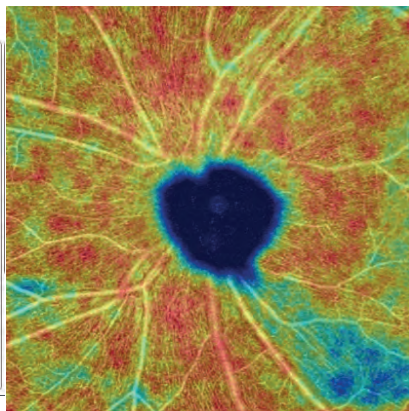
Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	0,1 mm ⁻¹
Interne	13,9 mm ⁻¹
Externe	19,2 mm ⁻¹
Tout	17,4 mm ⁻¹

FAZ

Zone	2,36 mm ²
Périmètre	6,93 mm
Circularité	0,62



AngioPlex Metrix

Mesure de densité

Vaisseau Perfusion

Calques

Carte Suivi FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	0,003
Interne	0,361
Externe	0,482
Tout	0,442

FAZ

Zone	2,30 mm ²
Périmètre	7,36 mm
Circularité	0,53

OCT-Angiographie & Glaucome

L'OCT-A Angioplex sur Cirrus HD-OCT évalue au niveau du réseau vasculaire maculaire superficiel et profond 2 indices de densité vasculaire selon une échelle ETDRS.

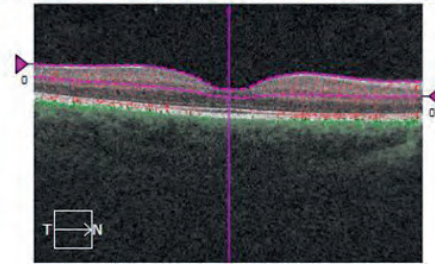
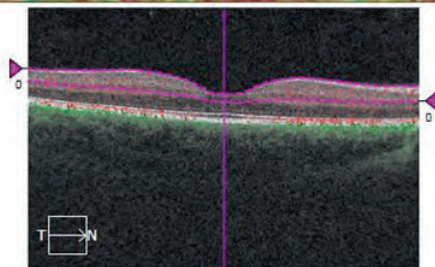
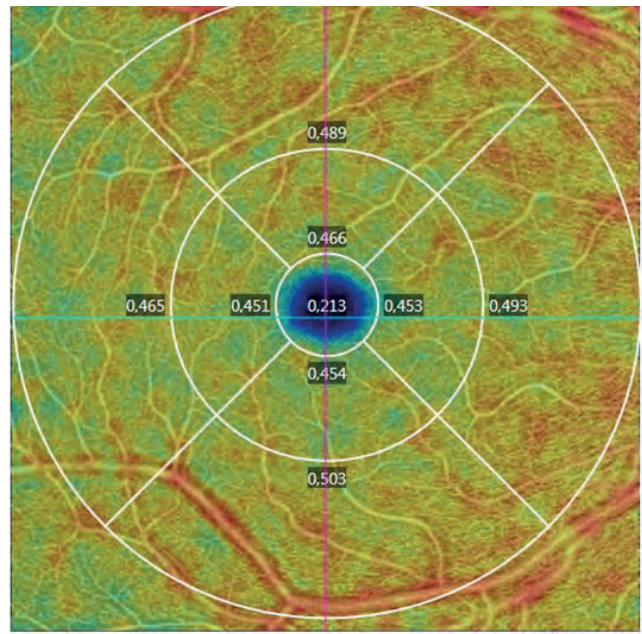
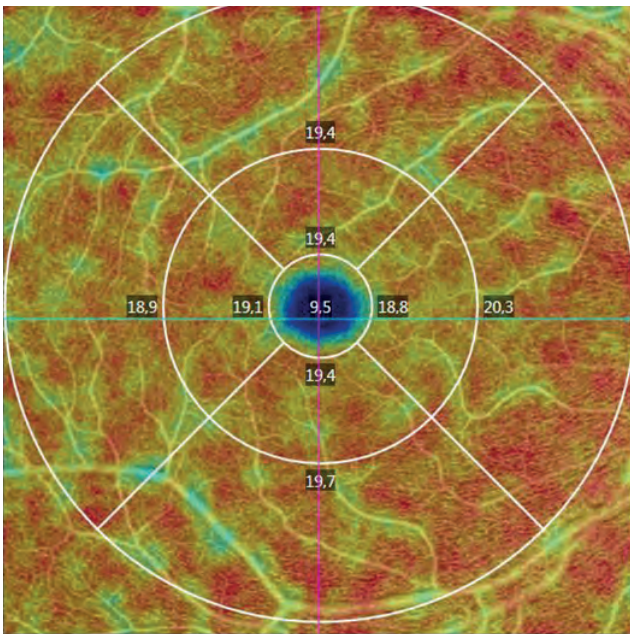
L'analyse du réseau vasculaire maculaire superficiel située dans la couche des cellules ganglionnaires maculaires semble être particulièrement intéressante dans le glaucome pour évaluer son atteinte et ses variations en fonction des différentes situations cliniques.

LA DENSITÉ DES VAISSEAUX

mesure la superficie totale couverte par les vaisseaux sanguins par unité de surface.

LA DENSITÉ DE PERFUSION

évalue en pourcentage la superficie couverte par les vaisseaux sanguins par unité de surface.



AngioPlex Metrix - Mesure de densité

Vaisseau

Calques: Carte, Suivi, FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	9,5 mm ⁻²
Interne	19,2 mm ⁻²
Externe	19,6 mm ⁻²
Tout	19,2 mm ⁻²

FAZ: Zone 0,34 mm², Périmètre 2,31 mm, Circularité 0,79

AngioPlex Metrix - Mesure de densité

Perfusion

Calques: Carte, Suivi, FAZ

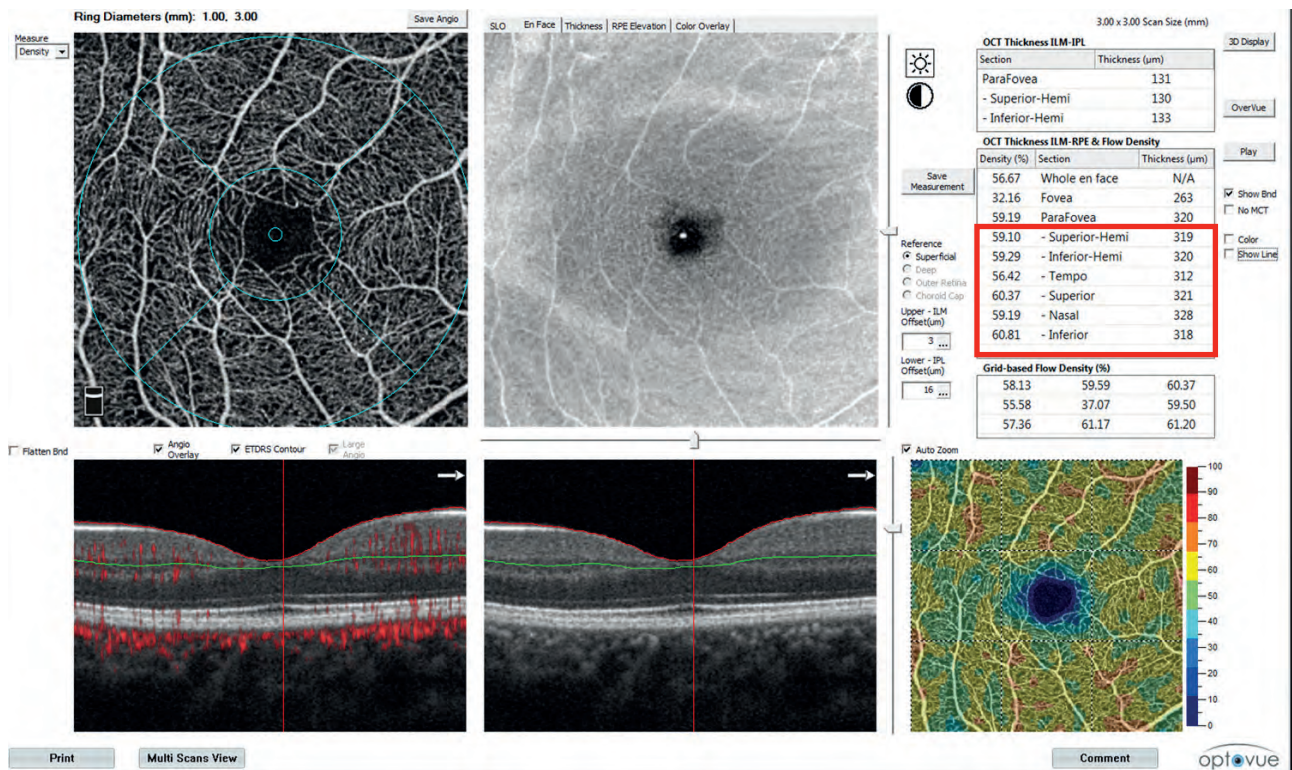
Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	0,213
Interne	0,456
Externe	0,488
Tout	0,473

FAZ: Zone 0,34 mm², Périmètre 2,31 mm, Circularité 0,79

L'OCT-Angiographie maculaire de l'AngioVue analyse de façon similaire la densité vasculaire en μm et en pourcentage de surface couverte par le réseau capillaire selon une grille maculaire annulaire de 1 à 3 mm de diamètre dans 4 secteurs différents.



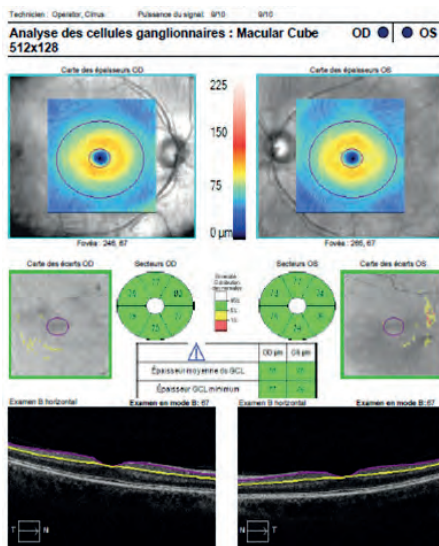
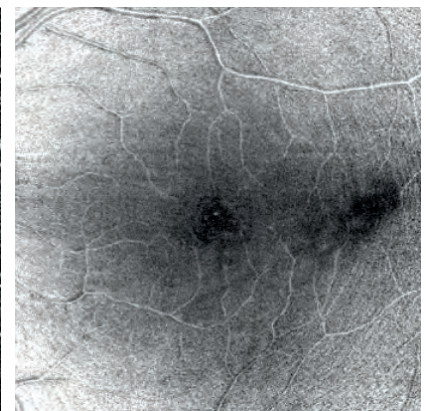
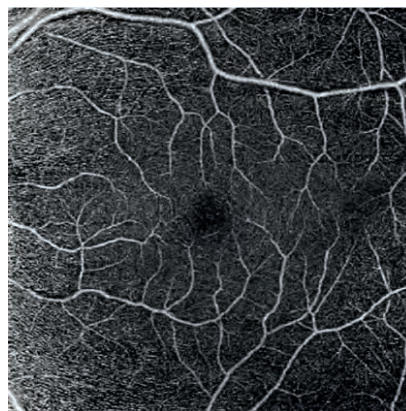
OCT-Angiographie & Glaucome

Tous les OCT développent leur système d'OCT-Angiographie avec une analyse du réseau capillaire superficiel et profond de la rétine maculaire.

L'Angioplex du Cirrus HD-OCT permet ainsi une analyse des 2 plexus vasculaires maculaire superficiel et profond. Une analyse comparative avec le rapport de l'épaisseur de la couche des cellules ganglionnaires semble objectiver dans ce cas une atteinte spatialement bien corrélée au niveau des deux plexus.

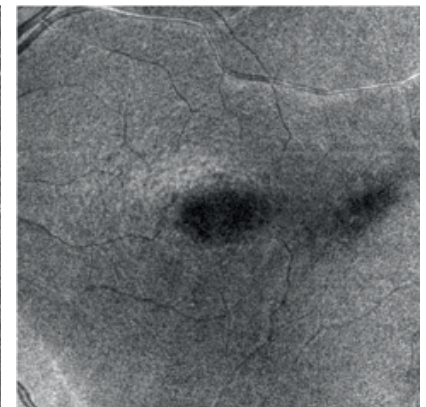
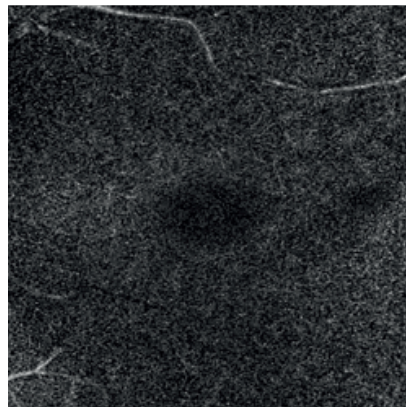
ANGIOPLEX SUPERFICIEL

STRUCTURE SUPERFICIEL



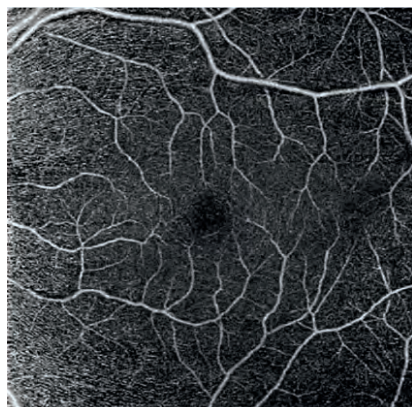
ANGIOPLEX PROFOND

STRUCTURE PROFOND

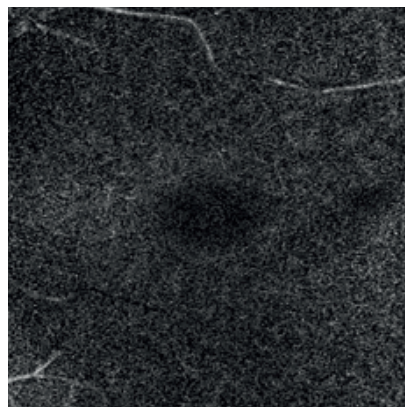


Les données de l'analyse par l'AngioPlex Metrix, avec ses 2 indices d'évaluation, permettent de préciser le degré d'atteinte. L'indice de densité des vaisseaux et celui de densité de perfusion (en pourcentage par unité de surface) apportent un suivi de l'altération du réseau vasculaire maculaire superficiel et profond. Ces paramètres, leur reproductibilité et leur suivi, en particulier ceux du réseau capillaire superficiel, présentent un intérêt en cours d'évaluation, chez les patients glaucomateux. Dans l'état actuel de nos connaissances, les résultats doivent encore être interprétés avec prudence en fonction des données de l'analyse de l'épaisseur des différentes couches rétiniennes en OCT-SD, ainsi que de celles de l'examen clinique. Le suivi des paramètres au niveau des plexus superficiel et profond, chez cette patiente, permettra de préciser le caractère évolutif ou stable de l'altération détectée.

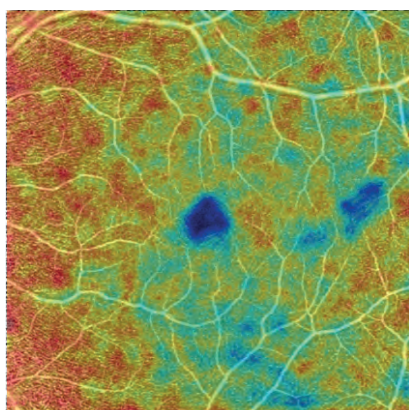
RÉSEAU CAPILLAIRE SUPERFICIEL



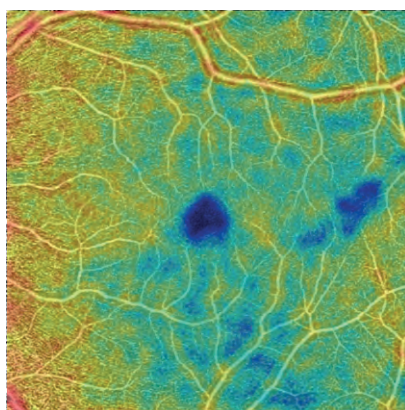
RÉSEAU CAPILLAIRE PROFOND



DENSITÉ DES VAISSEAUX



DENSITÉ DE PERFUSION



L'AngioPlex Metrix ne réalise pas, pour l'instant, d'analyse de densité des vaisseaux ni d'analyse de densité de perfusion au niveau du réseau vasculaire rétinien profond.

AngioPlex Metrix

Mesure de densité

Vaisseau Perfusion

Calques

Carte Suivi FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	9,2 mm ⁻¹
Interne	15,9 mm ⁻¹
Externe	16,8 mm ⁻¹
Tout	16,4 mm ⁻¹

FAZ

Zone	0,19 mm ²
Périmètre	2,40 mm
Circularité	0,42

Modifier

AngioPlex Metrix

Mesure de densité

Vaisseau Perfusion

Calques

Carte Suivi FAZ

Transparence (%) 50

ETDRS

Région	Densité
Centr.	0,202
Interne	0,371
Externe	0,405
Tout	0,392

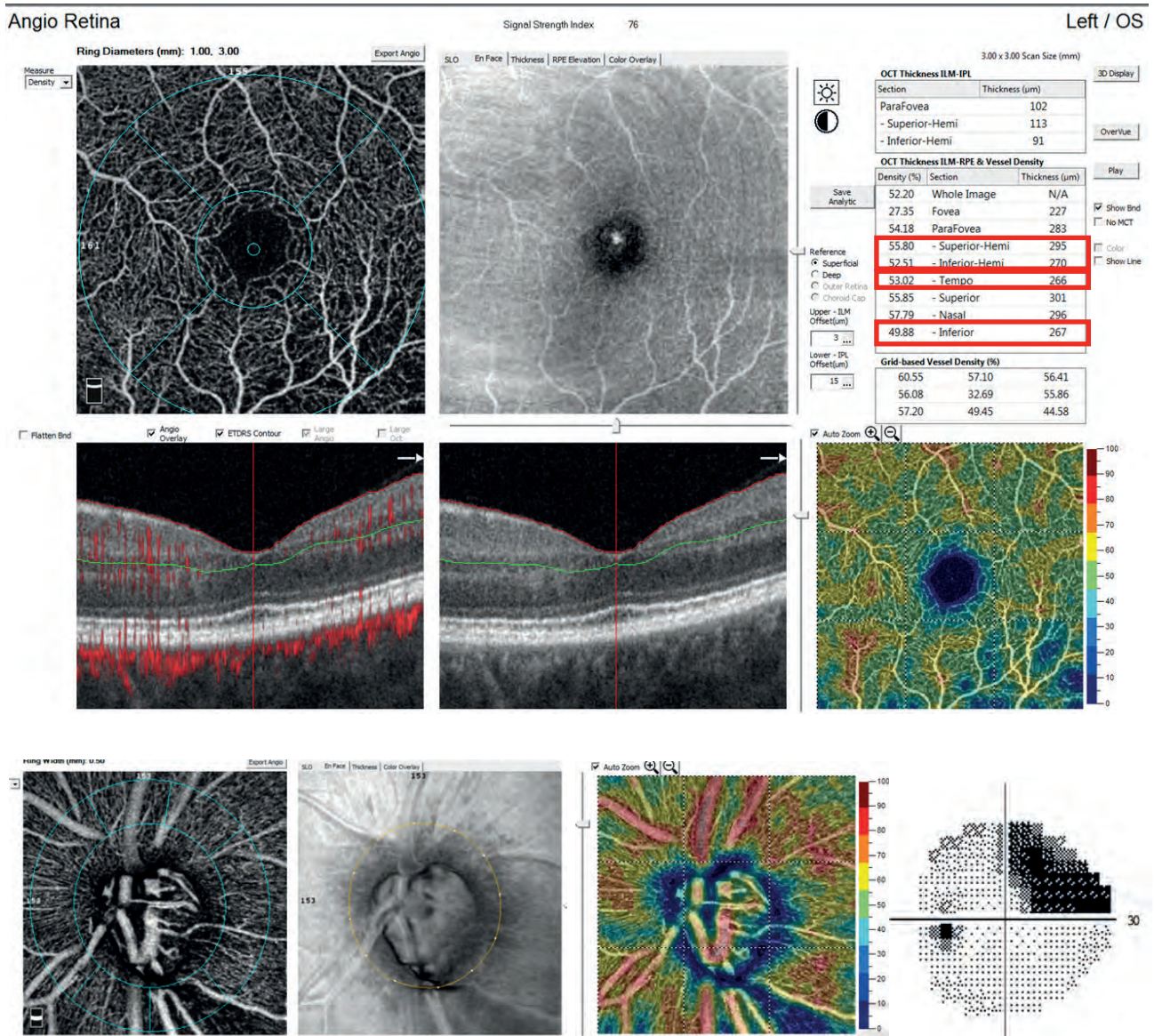
FAZ

Zone	0,19 mm ²
Périmètre	2,40 mm
Circularité	0,42

Modifier

OCT-Angiographie & Glaucome

Chez cette patiente, l'OCT-Angiographie objective une baisse de la densité vasculaire maculaire inférieure en continuité avec l'atteinte du réseau capillaire radiaire péripapillaire.

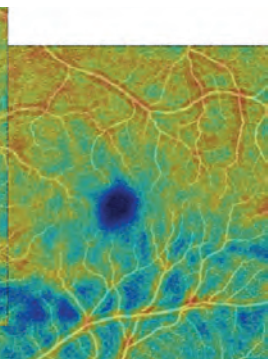
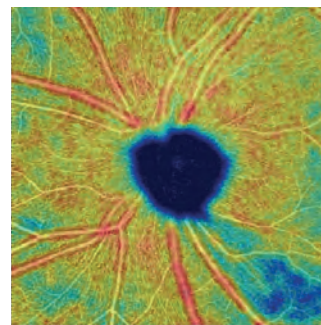
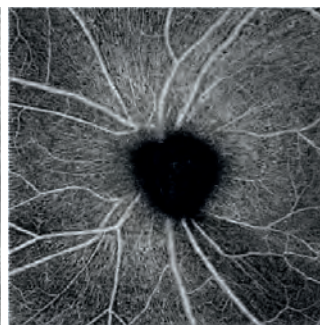
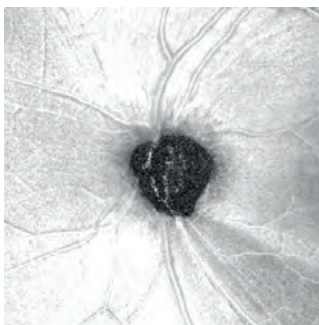
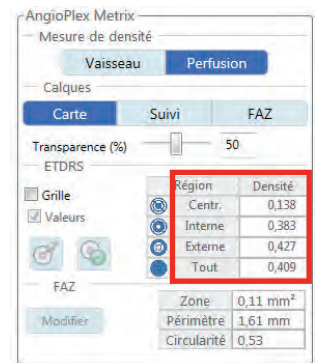
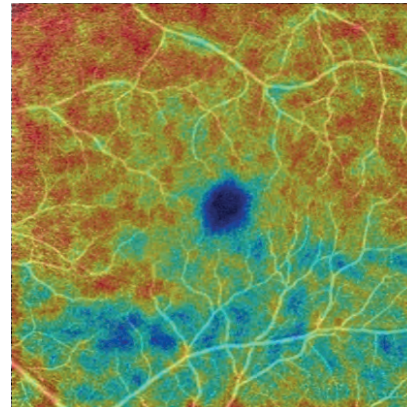
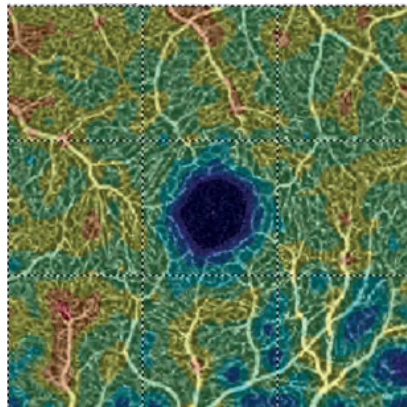
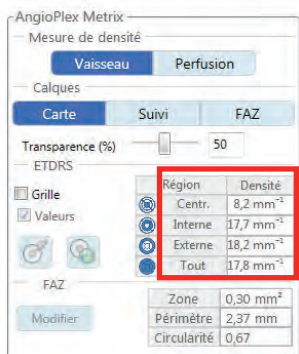


Cette atteinte inférieure et temporelle inférieure du réseau vasculaire rétinien superficiel est bien observable par l'AngioVue sur l'image de visualisation du réseau capillaire avec une légère couleur bleutée sur la carte colorée de densité de flux.

L'analyse par Angioplex sur Cirrus HD-OCT objective aussi bien la diminution de la densité du réseau vasculaire rétinien superficiel maculaire dans les secteurs inférieur et temporal inférieur de la macula, en continuité avec l'atteinte du réseau péripapillaire.

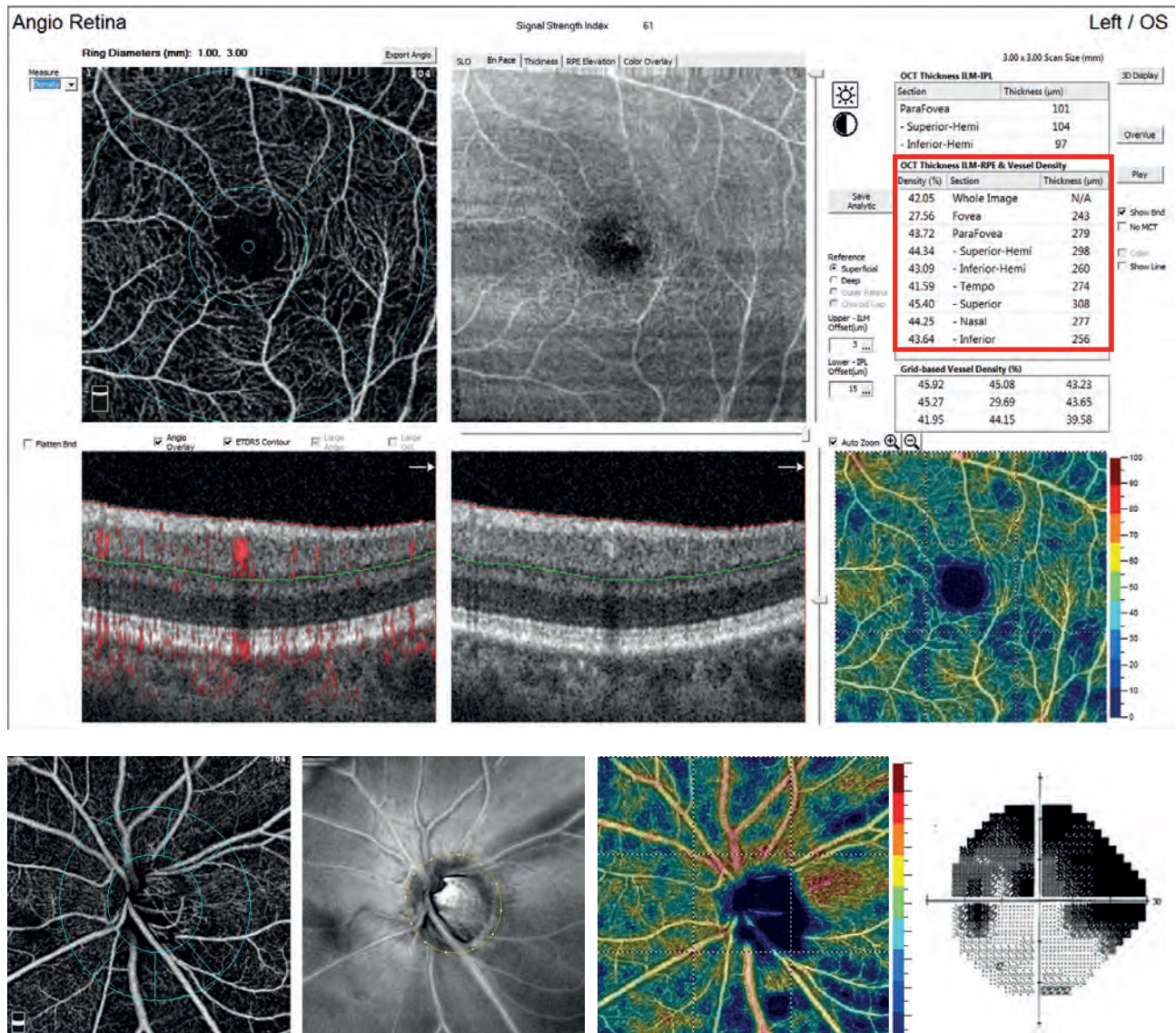
DENSITÉ DES VAISSEUX

DENSITÉ DE PERFUSION



OCT-Angiographie & Glaucome

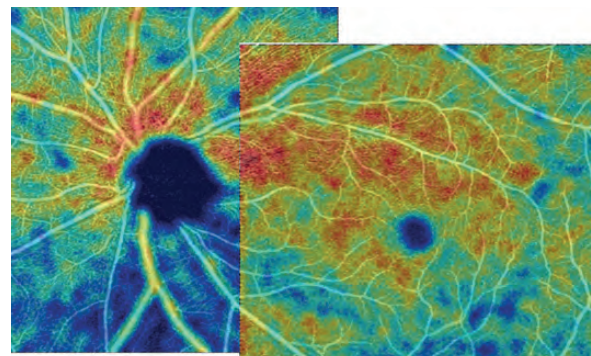
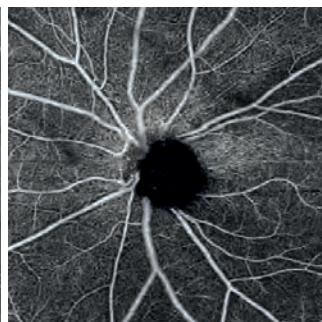
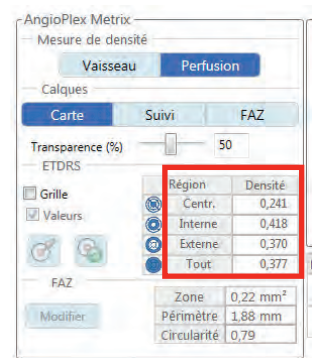
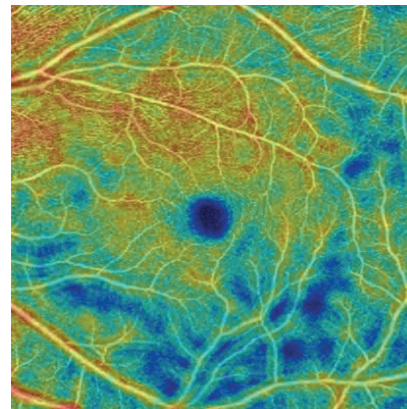
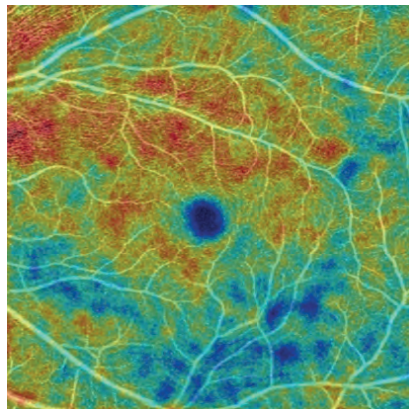
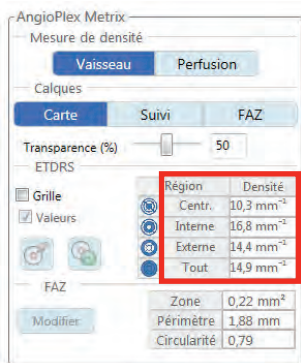
Chez cette patiente, âgée de 66 ans, l'AngioVue objective, au niveau du réseau vasculaire maculaire superficiel, une baisse de la densité vasculaire maculaire inférieure en continuité avec l'atteinte du réseau capillaire radiaire péripapillaire.



L'analyse par Angioplex sur Cirrus HD-OCT objective aussi une diminution de la densité du réseau vasculaire rétinien superficiel maculaire dans le secteur inférieur de la macula, en continuité avec l'atteinte du réseau péripapillaire.

DENSITÉ DES VAISSEAUX

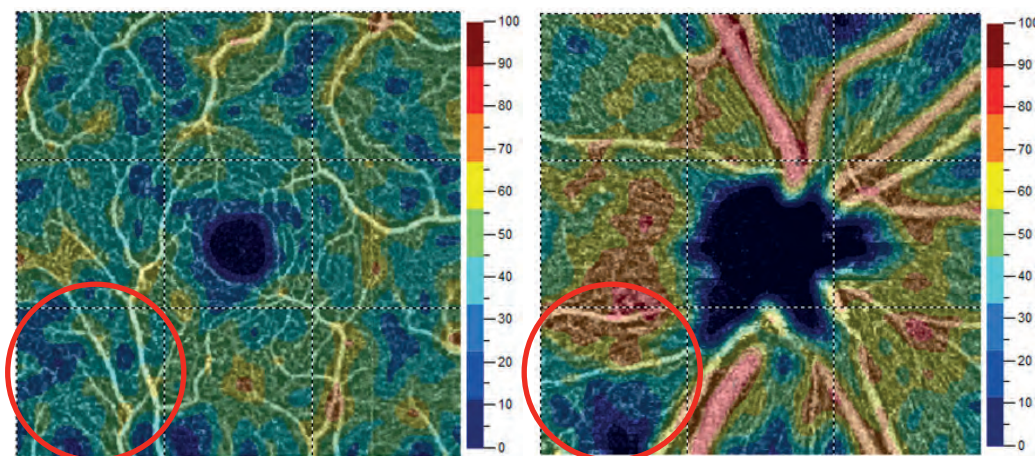
DENSITÉ DE PERFUSION



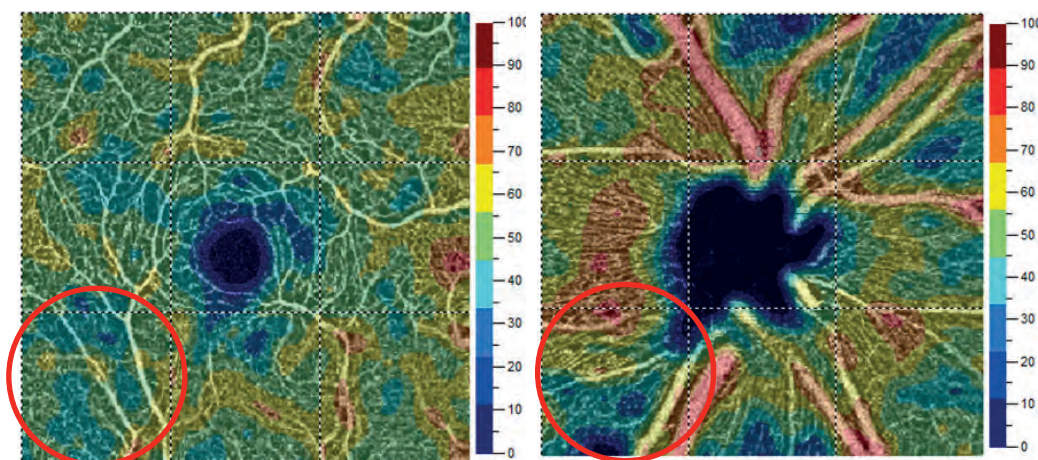
OCT-Angiographie & Glaucome

Les premiers résultats de l'analyse de la densité du réseau vasculaire rétinien superficiel semblent particulièrement intéressants, comme l'objectif, ici, ses variations après abaissement de la pression intraoculaire par chirurgie filtrante.

Les moyens de quantification de la densité vasculaire en OCT-Angiographie débutent, et nous apportent de nombreuses perspectives d'études enthousiasmantes vers une nouvelle approche de la compréhension des facteurs vasculaires et de leurs conséquences.



ÉVALUATION DU RÉSEAU VASCULAIRE RÉTINIEN SUPERFICIEL EN OCT-ANGIOGRAPHIE PRÉ-OPÉRATOIRE



ÉVALUATION POST-OPÉRATOIRE APRÈS CHIRURGIE FILTRANTE



Plusieurs inconnues persistent...

Le caractère primitif ou secondaire des modifications vasculaires dans le glaucome n'est pas encore totalement élucidé.

L'OCT-Angiographie, en permettant un enregistrement de la densité vasculaire réduite du réseau capillaire rétinien superficiel et péripapillaire aux différents stades du glaucome et un suivi en OCT-Angiographie, pourra sans doute améliorer nos connaissances dans ce domaine.

La corrélation des premiers résultats en OCT-Angiographie avec les données de l'atteinte structurale et fonctionnelle souligne comme nous l'avons vu l'intérêt du suivi en OCT-Angiographie.

L'étendue dynamique de l'OCT-Angiographique, notamment celle de l'évaluation de la densité vasculaire, et sa relation avec le glaucome restent mal connues. La correspondance des paramètres vasculaires avec les mesures de l'épaisseur de la couche des FNR ainsi qu'avec les mesures périmétriques sont encore à préciser.

L'OCT utilisé pour l'évaluation structurale du glaucome pourrait par l'évaluation de la densité vasculaire être ainsi utile dans la mesure fonctionnelle du nerf optique.

Si les prochaines études et développements confirment cette capacité nous aurons une évaluation à un haut niveau de précision, grâce à cette capacité de travailler des informations rapidement mesurables au niveau des tissus directement concernés par la neuropathie optique glaucomateuse.

Le développement de l'OCT-Angiographie permettra aussi probablement de mieux caractériser l'effet des différents traitements antiglaucomateux disponibles sur la vascularisation du nerf optique et de développer de nouveaux traitements agissant sur la vascularisation du nerf optique.

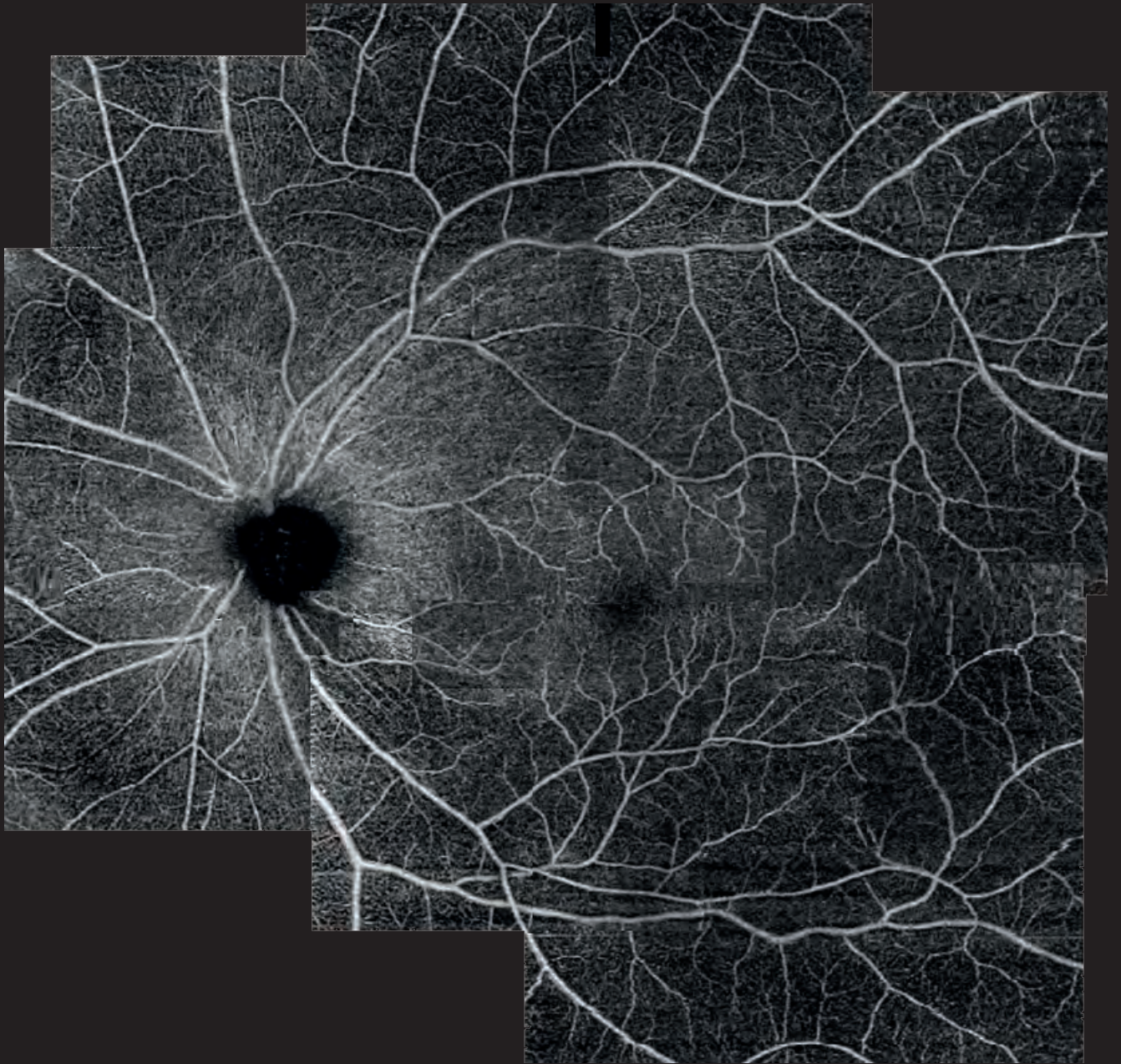
En conclusion

L'imagerie du segment postérieur a pris une place importante dans la démarche du diagnostic et du suivi du patient glaucomateux.

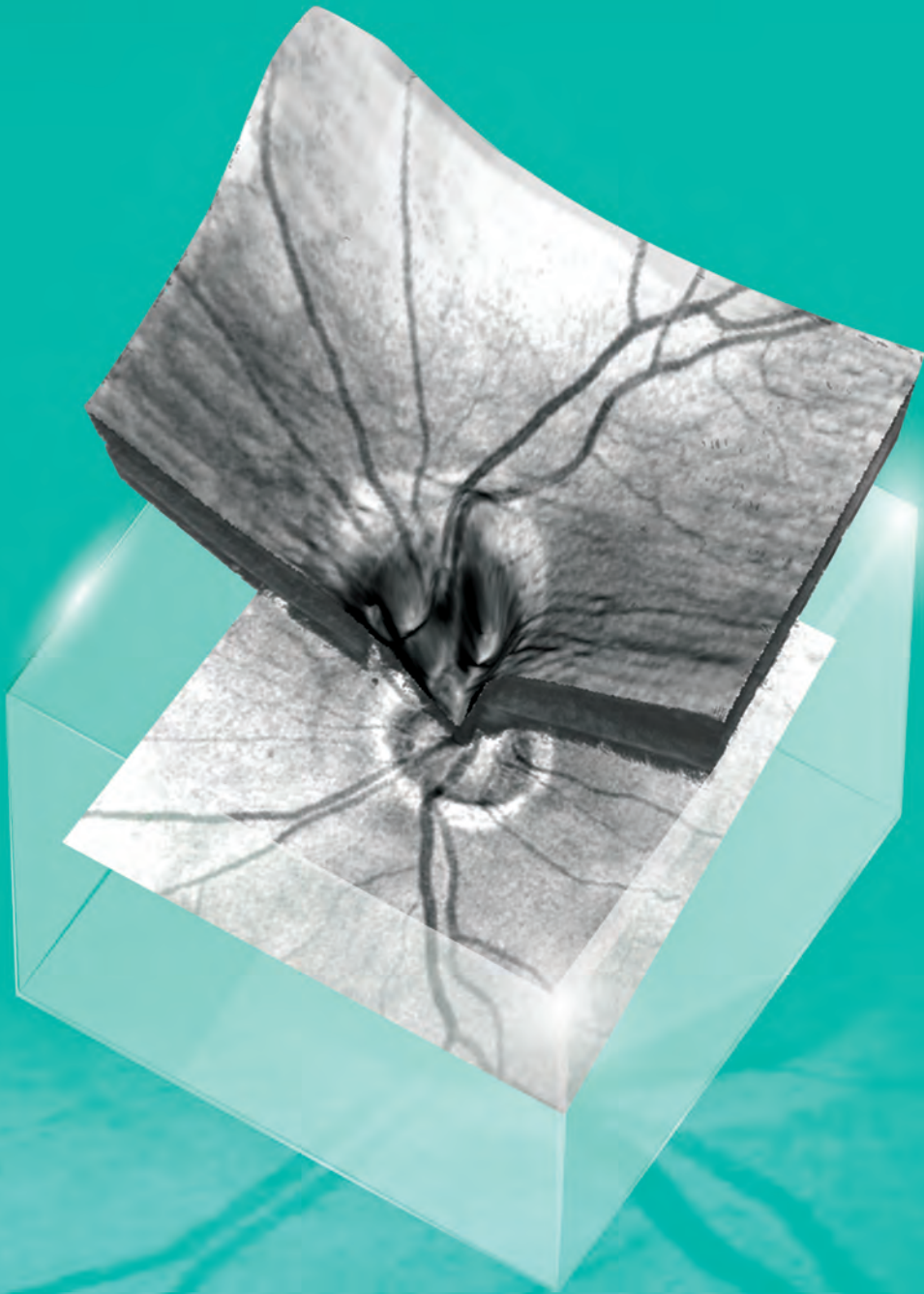
Si le développement permanent des techniques d'acquisitions, d'extractions et d'analyses des images en OCT-SD est source d'une richesse croissante d'informations, la maîtrise de leur utilisation passe par une bonne connaissance de leurs interprétations et de leurs limites.

Les résultats de l'imagerie du segment postérieur doivent être interprétés avec prudence, jamais considérés de façon isolée, et toujours confrontés avec les données de l'examen clinique et de l'analyse de l'atteinte fonctionnelle.

L'emploi ainsi optimisé de l'imagerie du segment postérieur apportera le meilleur bénéfice pour la prise en charge de nos patients.



Panoramique pôle postérieur Réseau Vasculaire rétinien superficiel Zeiss - Angioplex



OCT de segment antérieur dans le glaucome

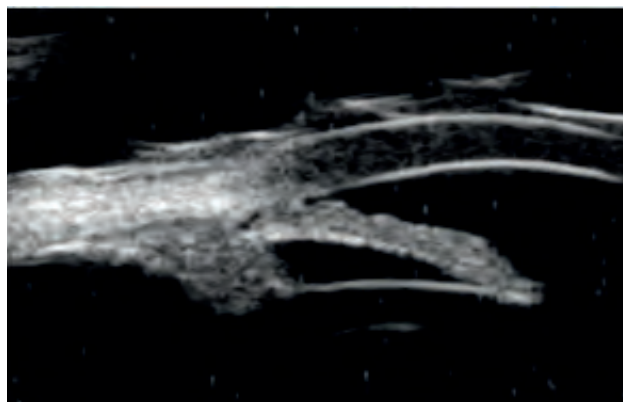
Le principe de fonctionnement de l'OCT est similaire à celui de l'échographie mais avec l'émission d'une onde lumineuse au lieu d'un ultrason. Utilisé depuis 1991 dans l'imagerie du segment postérieur, l'OCT s'est rapidement développé pour l'évaluation du segment antérieur notamment dans le glaucome.

La résolution spatiale des OCT spécifiquement dédiés au segment antérieur comme l'OCT-SA Visante (Carl Zeiss Meditec, Dublin, États-Unis) ou du SL-OCT (Heidelberg engineering, Heidelberg, Allemagne), est de 18 μm en axial et de 60 μm en latéral. Mais de nombreux fabricants proposent aujourd'hui des optiques additionnelles à placer sur les *OCT Spectral Domain* de segment postérieur afin de réaliser des images du segment antérieur avec une résolution spatiale d'environ 5 μm . Ces appareils ont une meilleure résolution que l'OCT dédié au segment antérieur (de type OCT-SA Visante) mais ils ne peuvent pas encore tous réaliser des coupes de limbe à limbe de segment antérieur et leur longueur d'onde (aux alentours de 800 nm) limite la visualisation des structures angulaires.

Par rapport aux ultrasons utilisés par l'UBM, le faisceau lumineux infrarouge des OCT est très fortement absorbé par l'épithélium pigmenté de l'iris et rend très difficile l'analyse des structures situées en arrière de l'iris, en particulier des procès ciliaires.

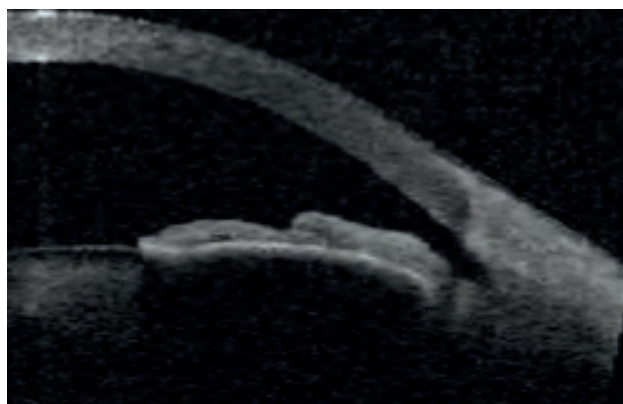
La réalisation pratique d'un examen en OCT-SA est en revanche plus simple qu'en UBM car il s'agit d'un examen non contact sur un patient assis. Il est facile de faire des acquisitions en conditions photopique et scotopique afin de faire varier la dilatation pupillaire et d'analyser de manière dynamique les structures angulaires.

Comparaison OCT/UBM



UBM

Visualisation précise du corps ciliaire et des structures rétro-iriennes.



OCT

Facile et rapide
Non contact
Meilleure résolution
Dynamique
Position assise



1. Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

L'OCT de chambre antérieure permet d'obtenir de façon rapide, simple et non invasive des images en coupes axiales de haute résolution de la chambre antérieure et de l'angle irido-cornéen. Il est donc particulièrement utile pour la documentation et le dépistage des angles irido-cornéens étroits ou suspects.

Différents paramètres peuvent être analysés afin d'étudier l'ouverture de l'angle de façon précise : des paramètres qualitatifs comme la configuration de l'angle, l'existence d'appositions irido-trabéculaires, la pente d'insertion de la racine de l'iris sur l'angle ou l'existence de synéchies antérieures périphériques ; mais aussi des paramètres quantitatifs similaires à ceux mis au point pour l'analyse de l'angle en UBM, comme la distance d'ouverture de l'angle (*AOD 500: Angle Opening Distance at 500 μm*), l'aire de récession de l'angle (*ARA: Angle Recess Area*) ou encore l'angle irido-trabéculaire, la surface de séparation irido-trabéculaire en mm^2 (*TISA: Trabecular-Iris Space Area 500 ou 750*). Ces différentes mesures de l'angle en OCT-SA possèderaient une très bonne reproductibilité.

Ces différents paramètres biométriques sont limités par les variations anatomiques de l'angle en fonction de l'état de dilatation pupillaire et du méridien analysé, par la difficulté de visualiser les points de repère permettant d'obtenir ces paramètres, mais surtout par le manque d'évaluation de leurs capacités exactes à évaluer un risque clinique. Leur utilité en pratique clinique pour le dépistage des angles étroits reste encore à déterminer.

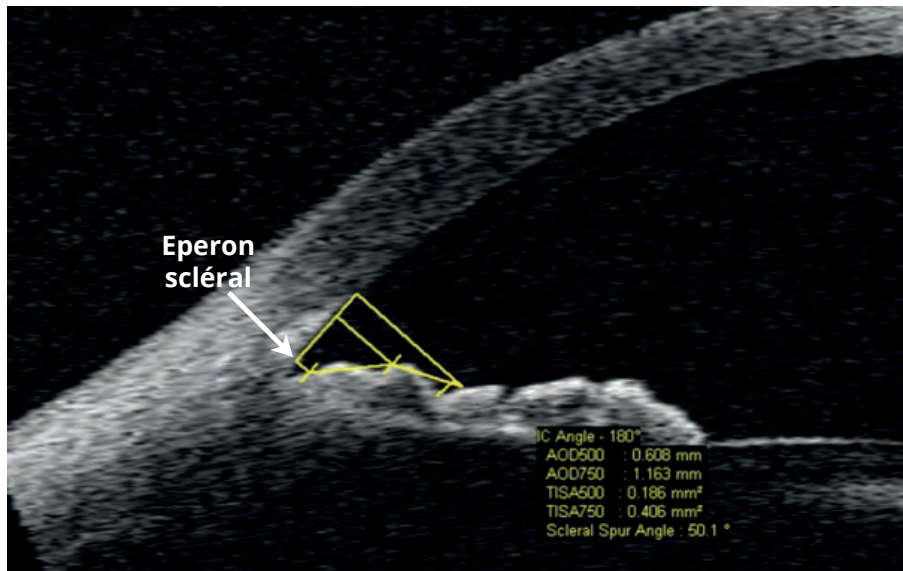


Figure 1 :

L'analyse semi-automatique des paramètres quantitatifs de l'angle nécessite le repérage de l'éperon scléral.

AOD 500/750: Angle Opening Distance at 500/750 μm .

TISA 500/750: Trabecular-Iris Space Area 500/750).

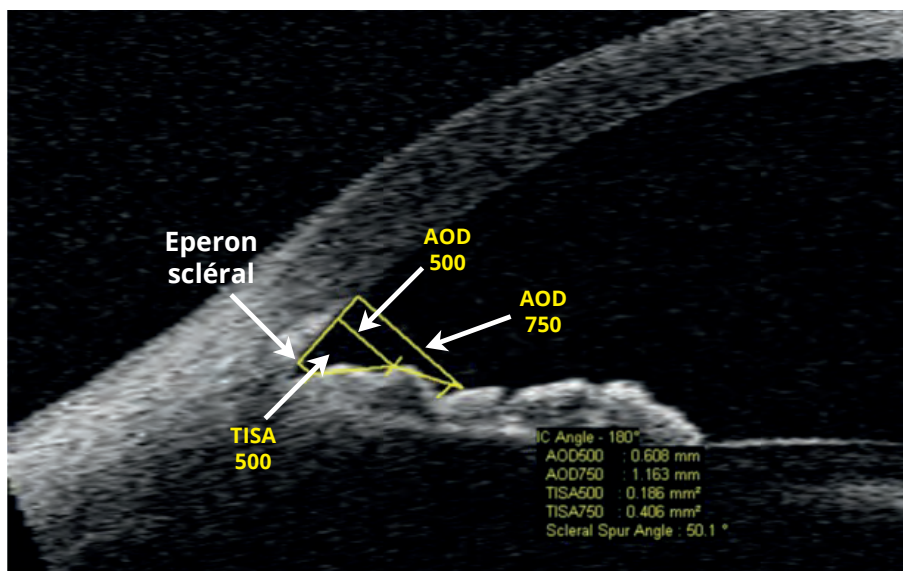


Figure 2 :

Exemple de paramètres quantitatifs de mesure de l'angle irido-cornéen.

AOD 500/750: Angle Opening Distance at 500/750 μm .

TISA 500/750: Trabecular-Iris Space Area 500/750).

Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

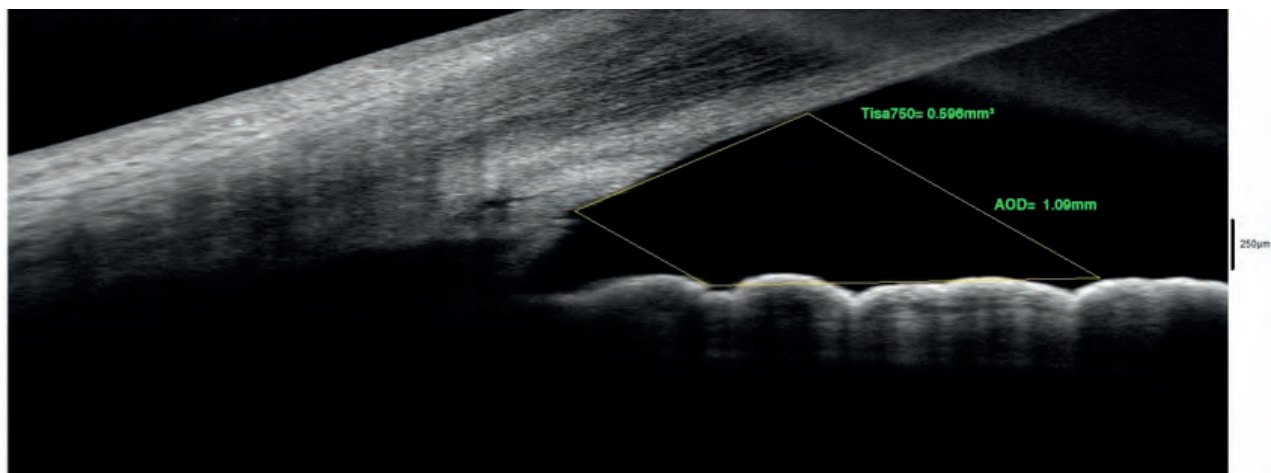


Figure 3 :

Exemple de paramètres quantitatifs de mesure de l'angle irido-cornéen en OCT-SD.

AOD 750: Angle Opening Distance at 750 μm .

TISA 750: Trabecular-Iris Space Area 750.

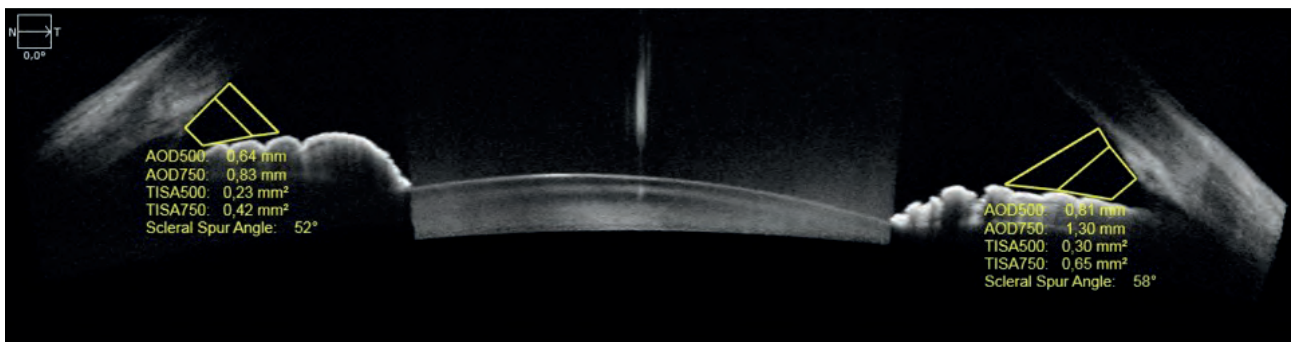


Figure 4 :

Exemple de paramètres quantitatifs de mesure de l'angle irido-cornéen en OCT-SD.

AOD 500/750: Angle Opening Distance at 500/750 μ m.

TISA 500/750: Trabecular-Iris Space Area 500/750.

Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

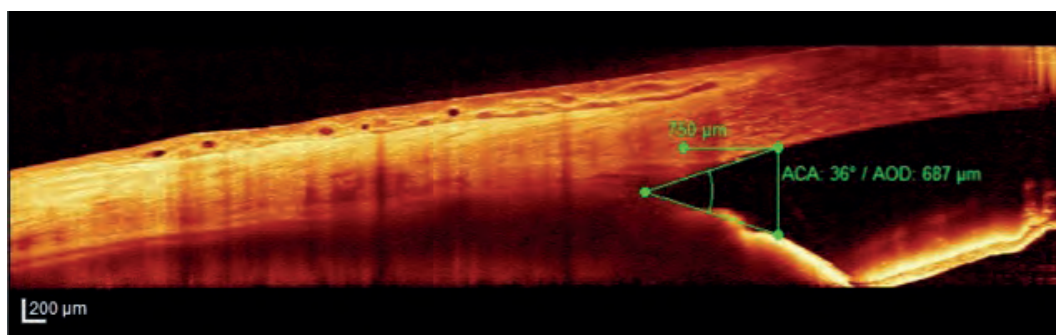


Figure 5 :

Exemple de mesure de paramètres quantitatifs de l'angle irido-cornéen avec un OCT *Spectral Domain* et un module de segment antérieur.

AOD: Angle Opening Distance at 750 μm.

ACA: Anterior Chamber Angle.

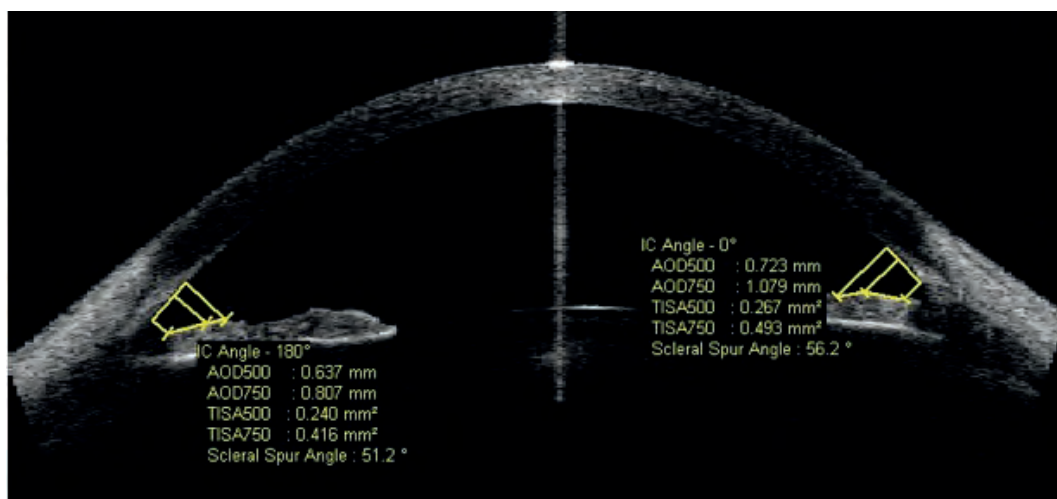


Figure 6 :

Analyse semi-automatique des paramètres quantitatifs de l'angle irido-cornéen chez un patient présentant un angle ouvert.

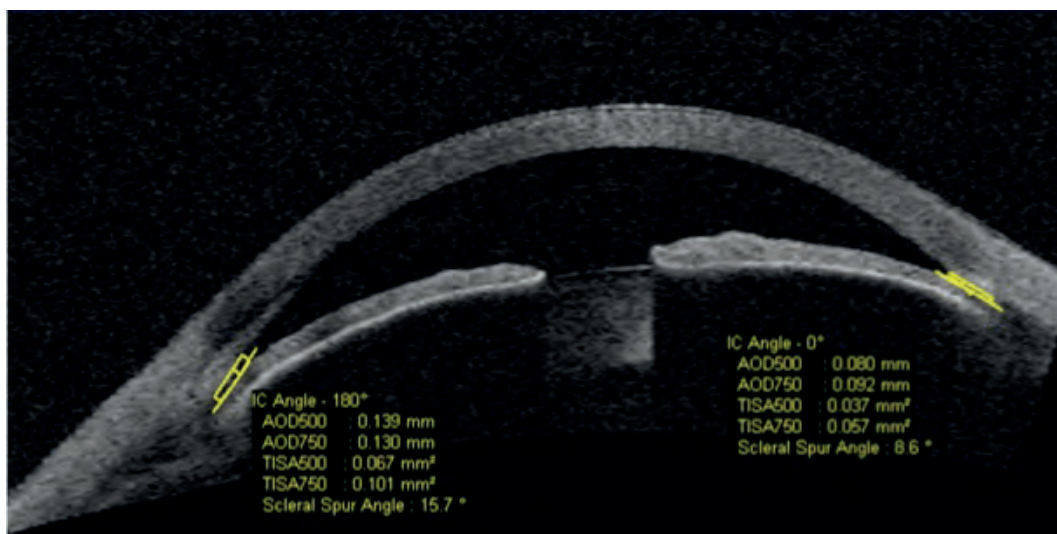


Figure 7 :

Analyse semi-automatique des paramètres quantitatifs de l'angle irido-cornéen chez un patient présentant un angle étroit.

Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

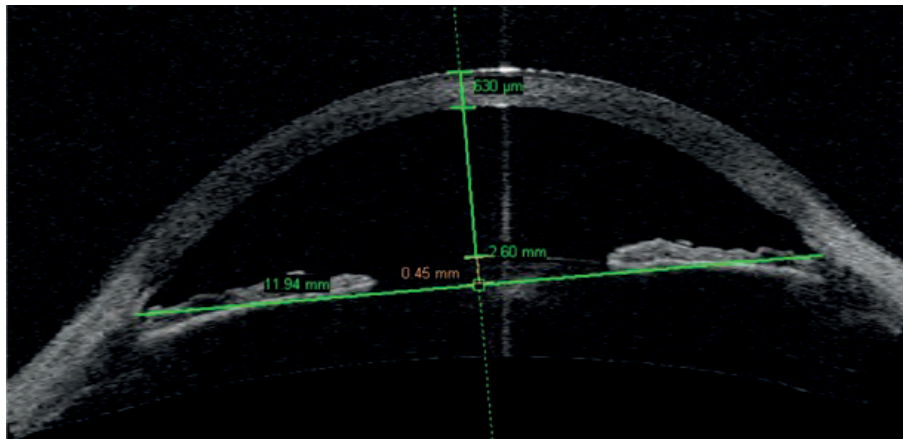


Figure 8 :

La mesure de la flèche cristallinienne correspond à la distance entre la face antérieure du cristallin et une ligne passant par les deux éperons scléaux, au centre de la cornée. Elle est un indicateur utile de la participation du cristallin dans les mécanismes conduisant à la fermeture de l'angle irido-cornéen. Exemple de la mesure d'une flèche cristallinienne à 450 microns.

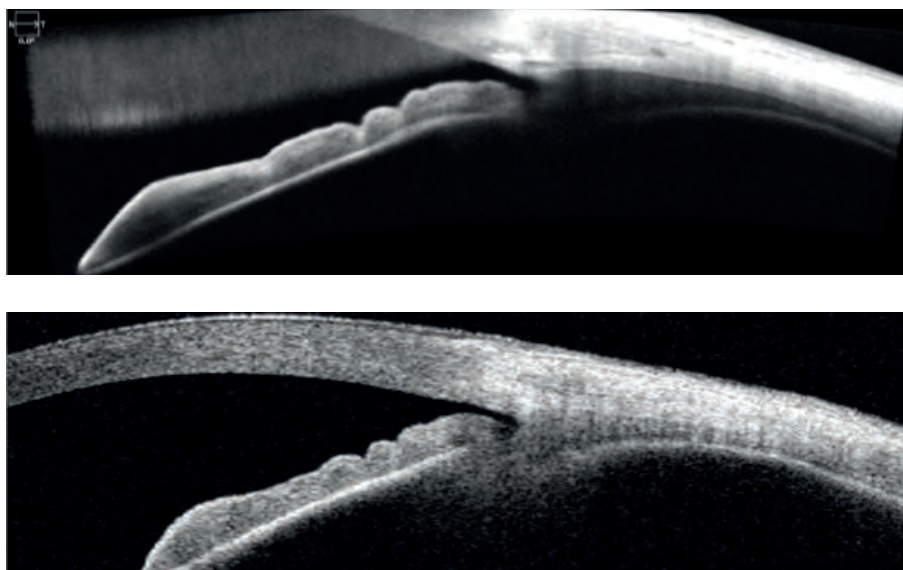


Figure 9 :

Comparaison de l'image d'un angle en spectral domain (en haut) et en time domain (en bas). La résolution est plus fine en spectral domain mais les détails sont bien visibles avec les deux techniques.

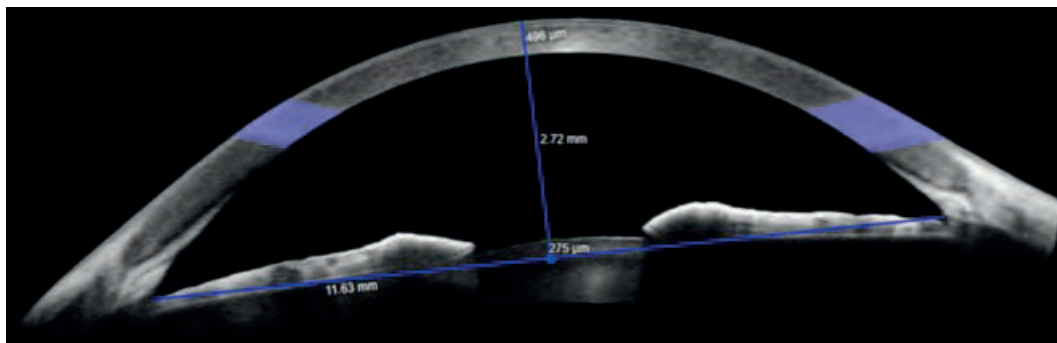


Figure 10 :
Imagerie en spectral domain de la chambre antérieure.

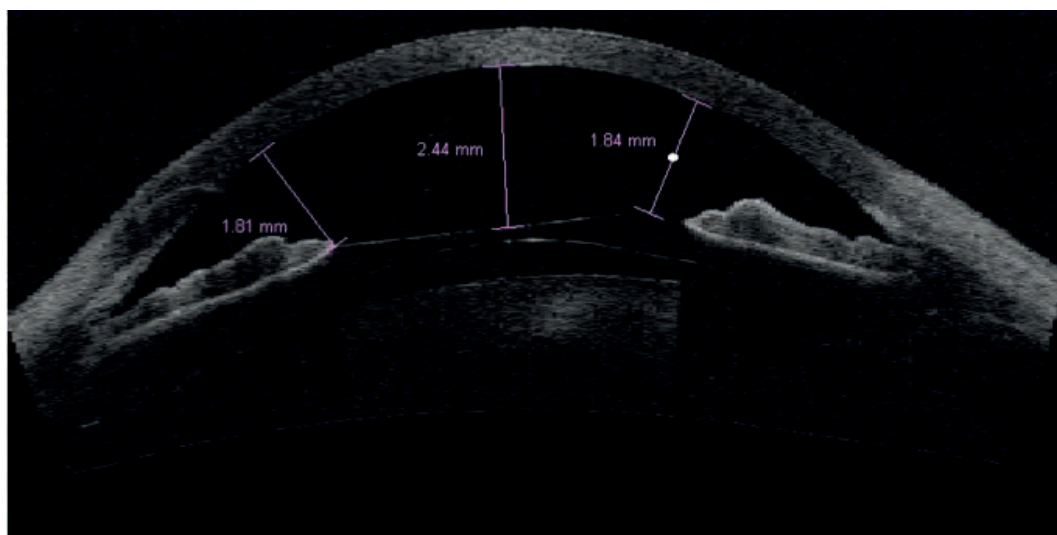


Figure 11 :
Mesure des distances séparant un implant de chambre postérieure (implant plaque) situé en avant du cristallin, et l'endothélium cornéen.

Dépistage des angles irido-cornéens étroits et paramètres quantitatifs

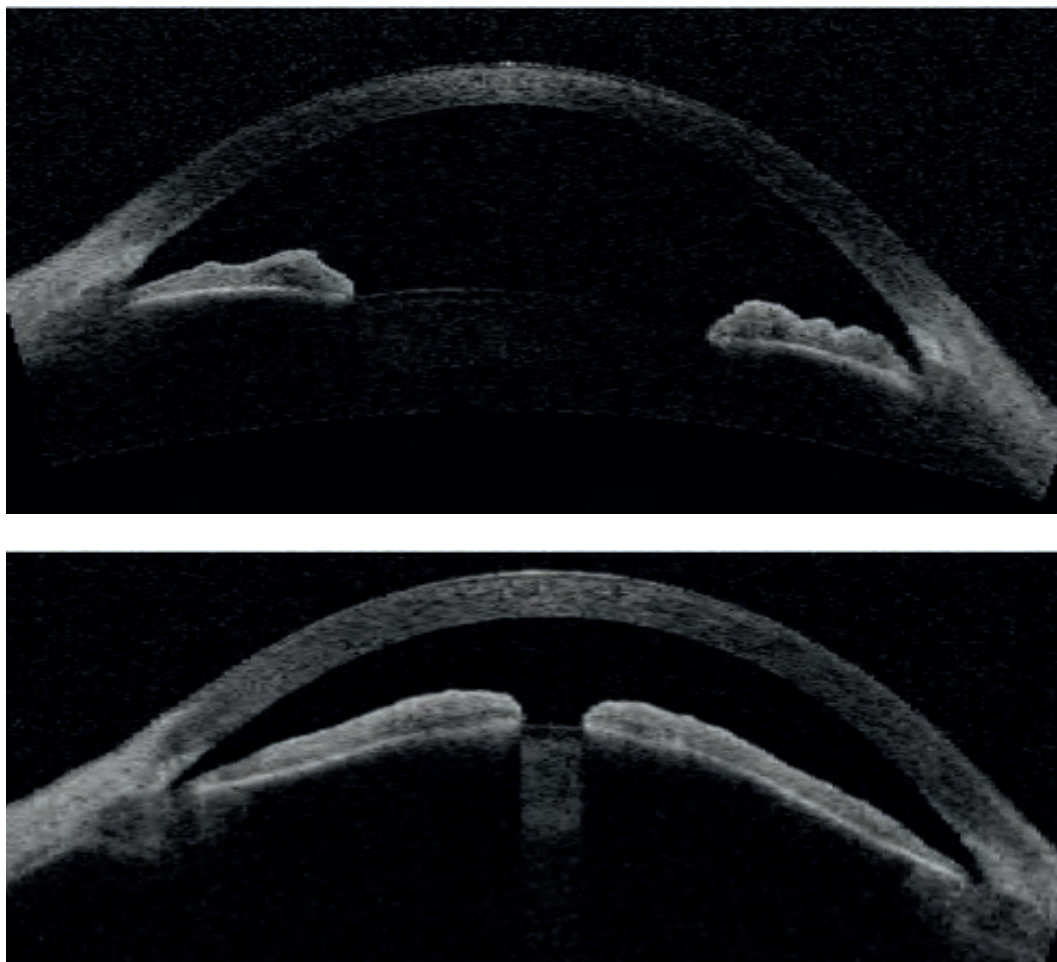


Figure 12 :

Intérêt de l'OCT pour une documentation du segment antérieur et de l'angle irido-cornéen. Haut, angle ouvert et chambre antérieure profonde. Bas, angle ouvert mais avec une chambre antérieure étroite. Cette documentation permet de montrer au patient d'éventuels risques anatomiques, d'expliquer le traitement proposé et réalise une aide précieuse pour le suivi.

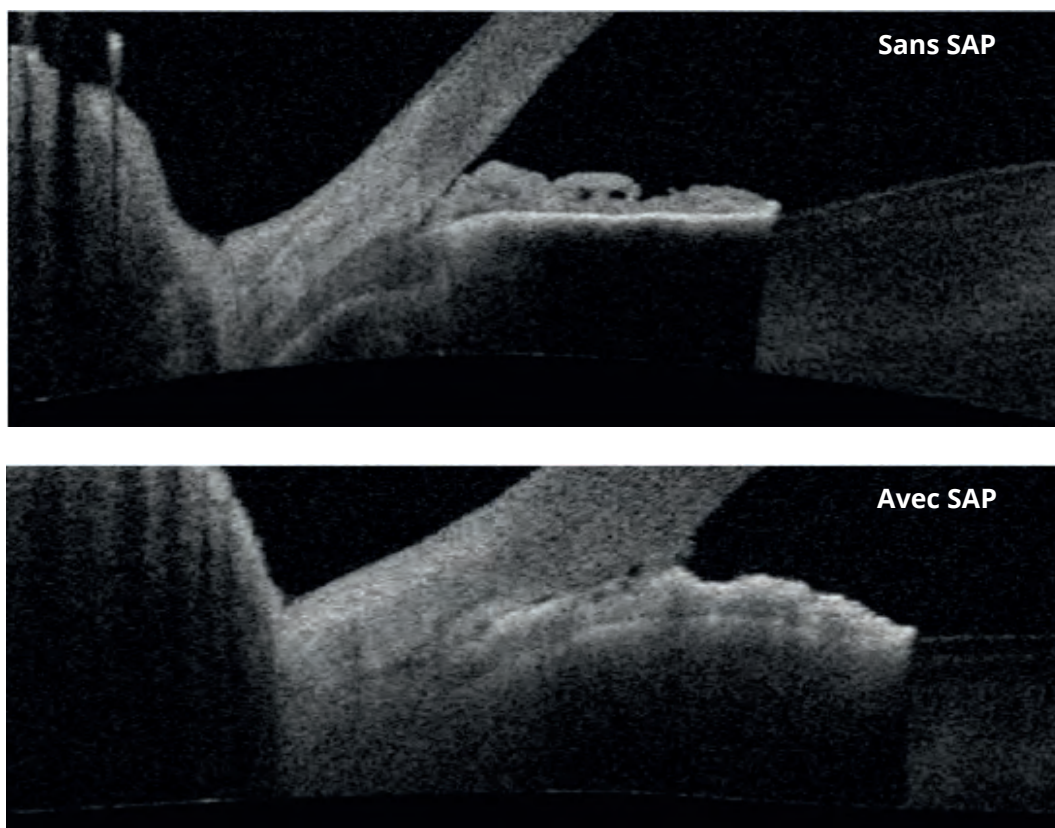


Figure 13 :

Image en OCT de l'angle irido-cornéen montrant un angle fermé associé à une apposition irido-trabéculaire (haut) et un angle fermé associé à la présence de synéchies antérieures périphériques (SAP) (bas).



2. Analyse des mécanismes de fermeture de l'angle

- 2.1. Le blocage pupillaire**
- 2.2. Le mécanisme d'iris plateau**
- 2.3. Les mécanismes cristalliniens**
- 2.4. Le glaucome malin**
- 2.5. Les effusions cilio-choroïdiennes**
- 2.6. Autres fermetures secondaires de l'angle Irido-cornéen**

L'imagerie du segment antérieur a permis de mieux comprendre les différents mécanismes responsables d'une fermeture de l'angle irido-cornéen comme le blocage pupillaire, le blocage direct de l'angle par un mécanisme d'iris plateau, les mécanismes cristalliniens, le blocage lenticulo-ciliaire et les effusions cilio-choroïdiennes. Enfin, certaines causes secondaires comme les syndromes irido-cornéo-endothéliaux (ICE), les inflammations intraoculaires ou le glaucome néovasculaire peuvent entraîner également une fermeture de l'angle par la présence de synéchies antérieures périphériques (SAP).

Le blocage pupillaire

Le blocage pupillaire est le mécanisme le plus souvent mis en jeu dans les fermetures primitives de l'angle irido-cornéen. Il correspond à une apposition entre l'iris et la face antérieure du cristallin au niveau de la pupille. Ce contact génère un gradient de pression entre la chambre postérieure et antérieure de l'œil, et résulte en une bascule antérieure de la périphérie irienne. Cela peut provoquer une fermeture intermittente ou permanente de l'angle avec un contact entre la périphérie irienne et le trabéculum.

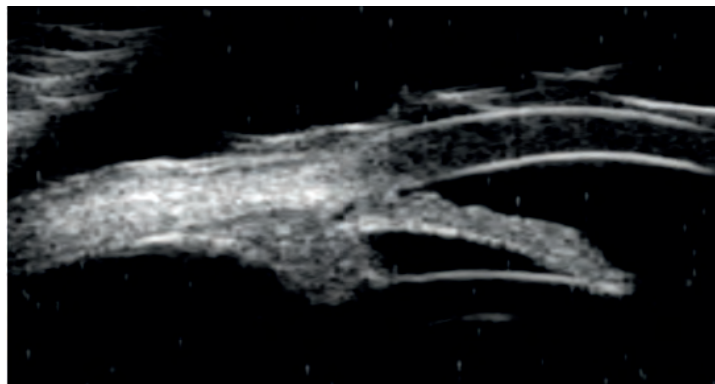


Figure 14 :

Image en UBM d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un blocage pupillaire. Il existe une convexité et une bascule antérieure de l'iris provoquant une fermeture de l'angle irido-cornéen. L'UBM permet d'éliminer un mécanisme d'iris plateau.



Figure 15 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen étroit sans apposition irido-trabéculaire en rapport avec un blocage pupillaire associé à un mécanisme cristallinien.

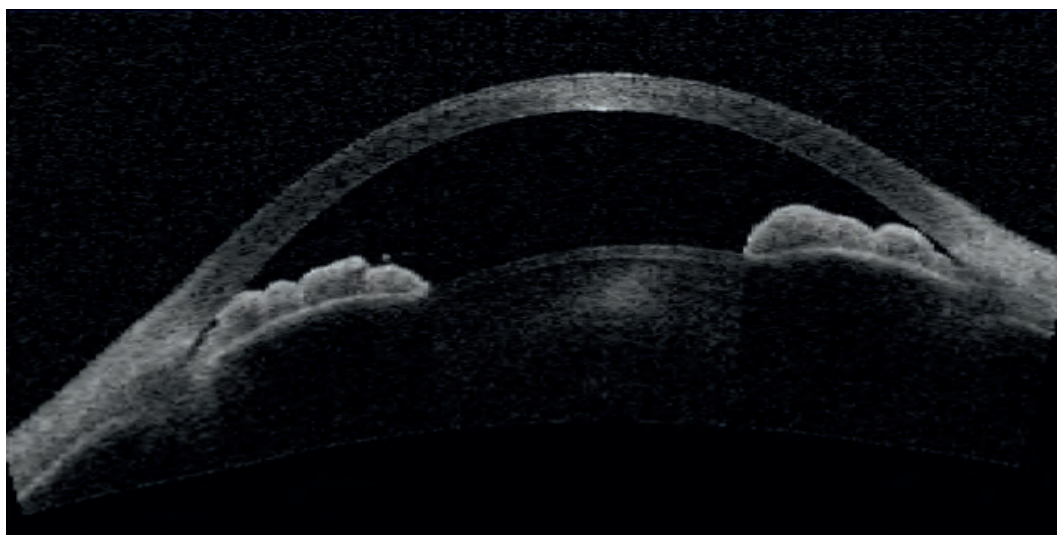


Figure 16 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé avec une apposition irido-trabéculaire en rapport avec un blocage pupillaire associé à un mécanisme cristallinien.

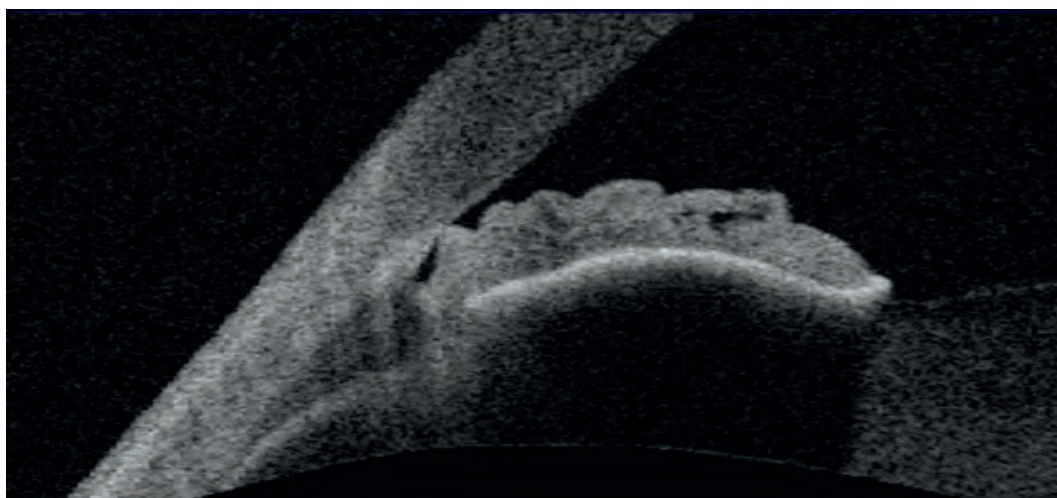


Figure 17 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen étroit en rapport avec un blocage pupillaire. Il existe une convexité et une bascule antérieure de l'iris provoquant une fermeture de l'angle irido-cornéen avec apposition irido-trabéculaire.

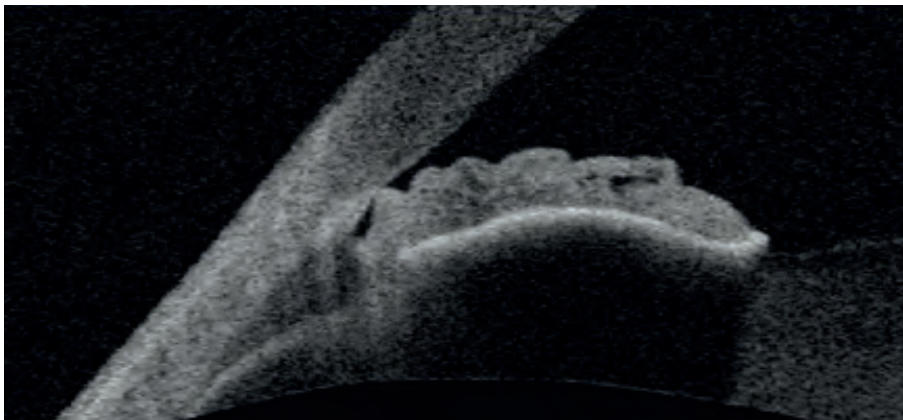
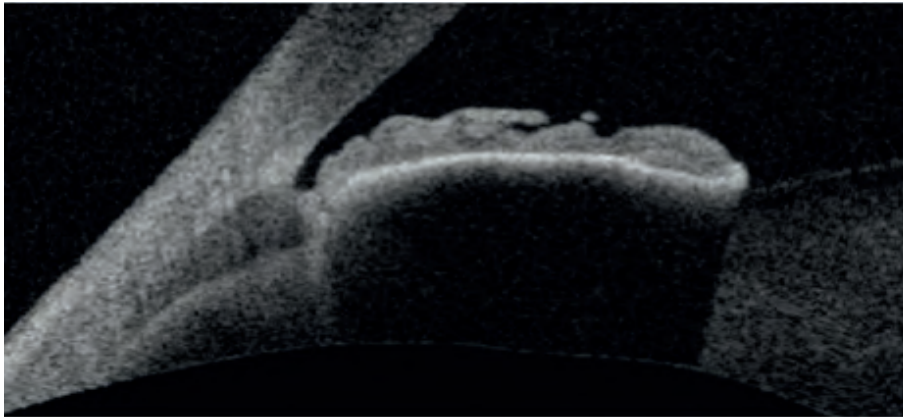


Figure 18 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme de blocage pupillaire. L'analyse dynamique montre une apposition irido-trabéculaire en condition de faible luminosité. Haut, image en lumière ambiante ; Bas ; image en condition scotopique.

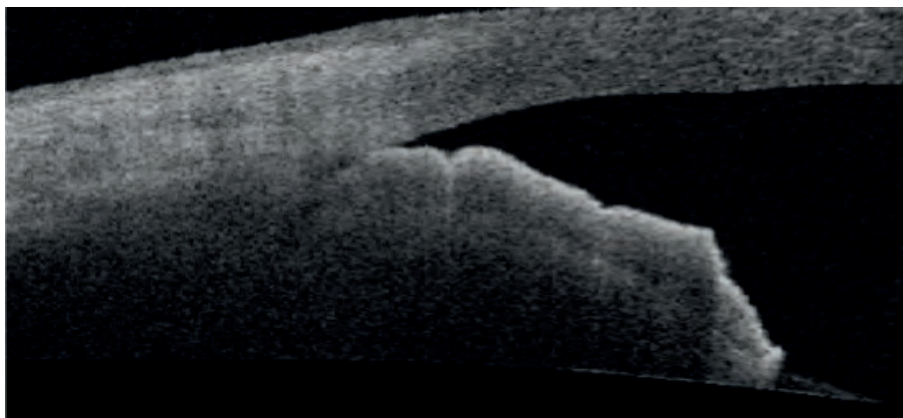


Figure 19 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen étroit en rapport avec un blocage pupillaire.

Le mécanisme d'iris plateau

Le mécanisme d'iris plateau est diagnostiqué en présence de procès ciliaires antérieurement positionnés qui ferment le récessus de la chambre antérieure et refoulent ainsi la racine de l'iris vers l'avant, venant ainsi bloquer l'angle irido-cornéen. On parle d'iris plateau lorsque ce mécanisme persiste en présence d'une iridotomie transfixiante qui va lever le blocage pupillaire fréquemment associé.

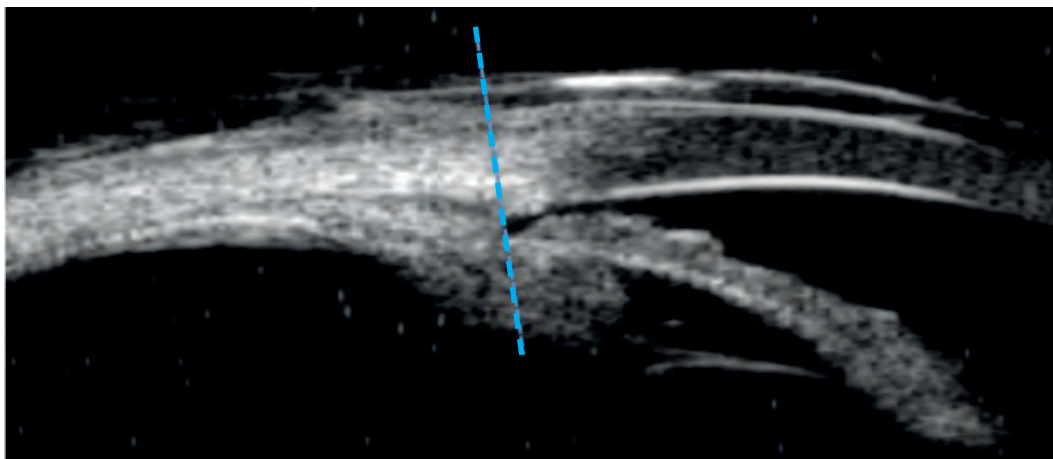


Figure 20 :

Image en UBM d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau. Il existe une rotation antérieure des procès ciliaires qui refoulent la racine de l'iris vers l'avant et viennent fermer l'angle irido-cornéen. Les procès ciliaires sont situés en avant d'une ligne perpendiculaire à la sclère passant l'éperon scléral.

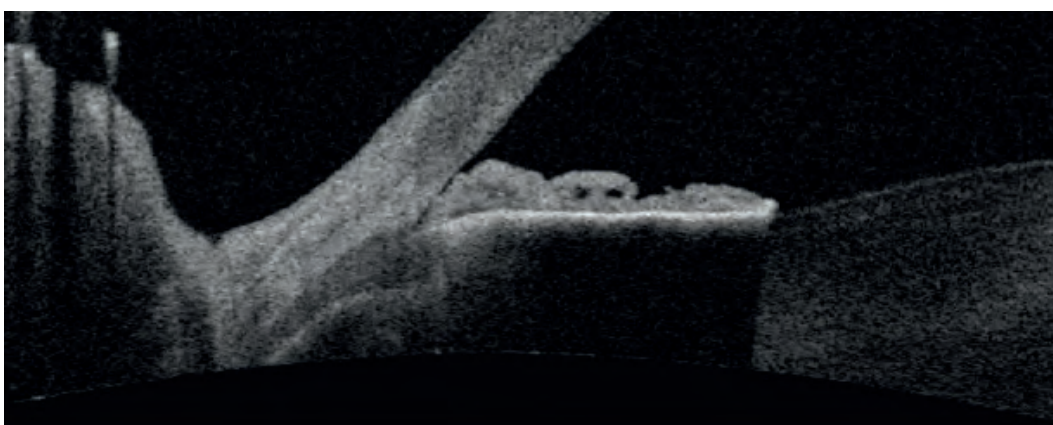


Figure 21 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau. L'iris fait un angle en périphérie puis s'aplatit vers le centre. La racine de l'iris qui vient au contact du trabéculum. Les procès ciliaires ne sont pas clairement visibles, mais on devine leur bascule antérieure.

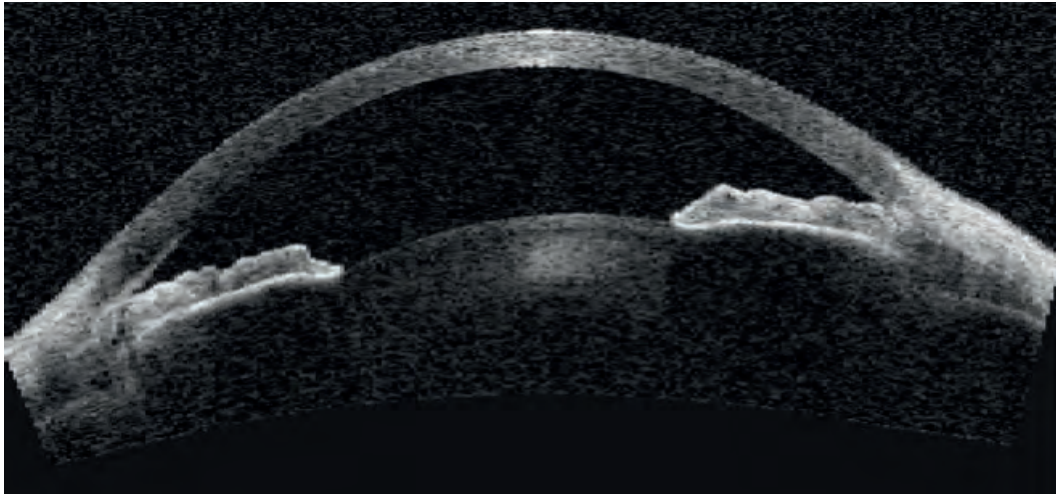


Figure 22 :

Image en OCT d'une chambre antérieure profonde associée à un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau. Il existe une apposition irido-trabéculaire bilatérale, avec la racine de l'iris qui vient au contact du trabéculum. L'iris fait un angle en périphérie puis s'aplatit vers le centre.

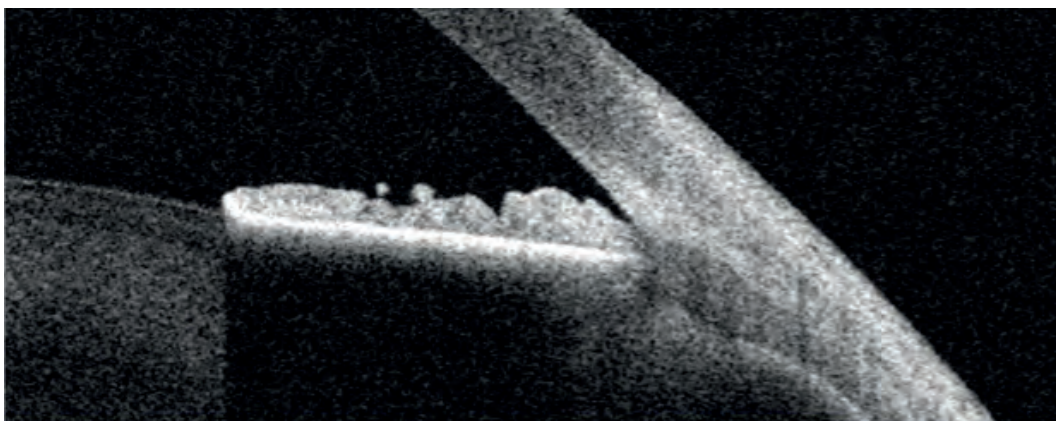


Figure 23 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau sans blocage pupillaire associé. L'iris fait un angle en périphérie puis s'aplatit vers le centre. La racine de l'iris vient au contact du trabéculum. Les procès ciliaires ne sont pas clairement visibles, mais on devine leur bascule antérieure. Une iridotomie risque d'être inefficace.

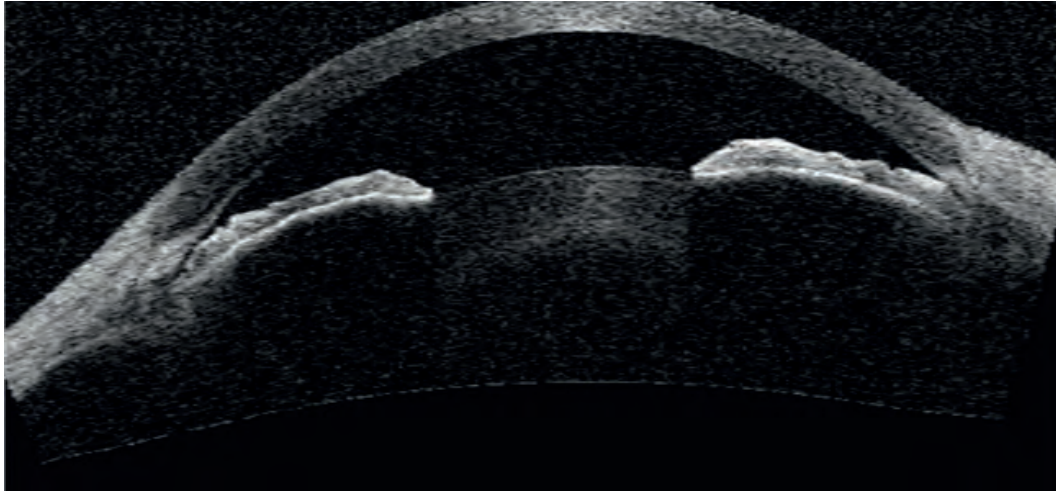


Figure 24 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau associé à une mécanisme de blocage pupillaire sur un cristallin de gros volume.

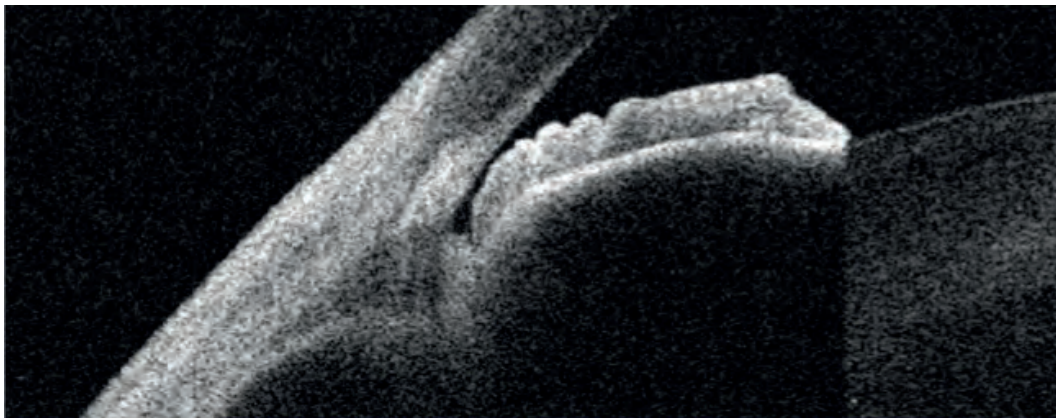


Figure 25 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau probablement associé à un blocage pupillaire.

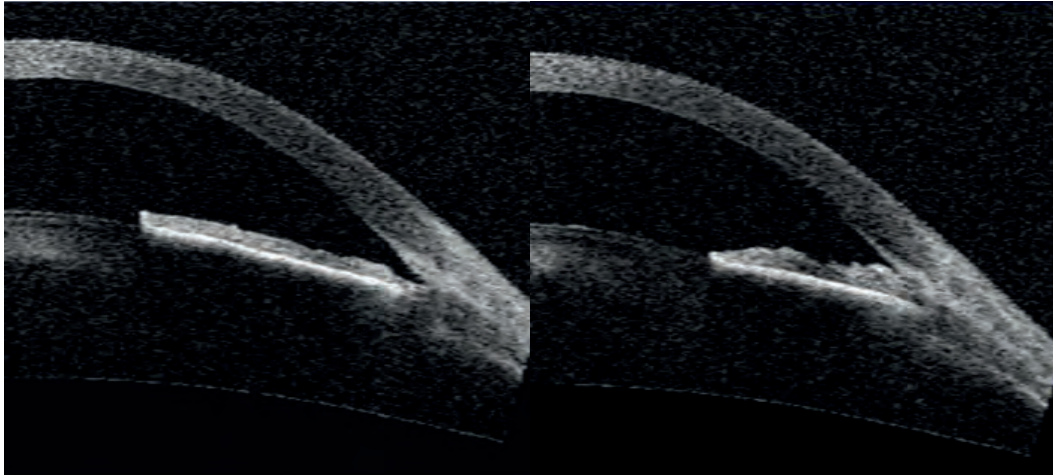


Figure 26 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec un mécanisme d'iris plateau. L'analyse dynamique montre la fermeture complète de l'angle avec apposition irido-trabéculaire lors de la dilatation. Gauche, image en lumière ambiante ; Droite, image en condition scotopique.

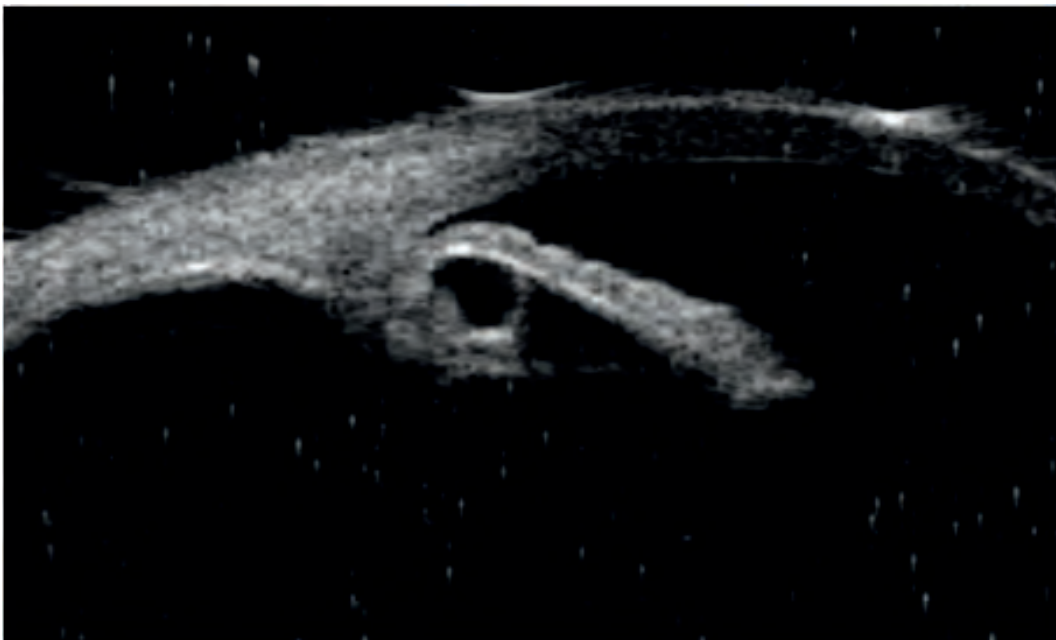


Figure 27 :

Image en UBM d'un angle irido-cornéen fermé en rapport avec des kystes iridociliaires réalisant un aspect de pseudo-iris plateau.

L'augmentation du volume du cristallin associé au vieillissement ou encore un positionnement plus antérieur peut majorer le blocage pupillaire voire entraîner une fermeture complète de l'angle irido-cornéen. Dans ce cas, une phakoexérèse est une option à discuter. Une iridotomie périphérique peut également permettre d'attendre lorsque le cristallin est parfaitement clair ou si le patient souhaite éviter une intervention. Dans ces cas d'angle étroit où l'on envisage une chirurgie du cristallin, il est important d'identifier un iris plateau qui constitue un facteur de risque de glaucome malin.

D'autres anomalies cristalliniennes peuvent également provoquer une fermeture secondaire de l'angle irido-cornéen comme la microsphérophakie ou encore une subluxation spontanée par laxité zonulaire ou traumatique.

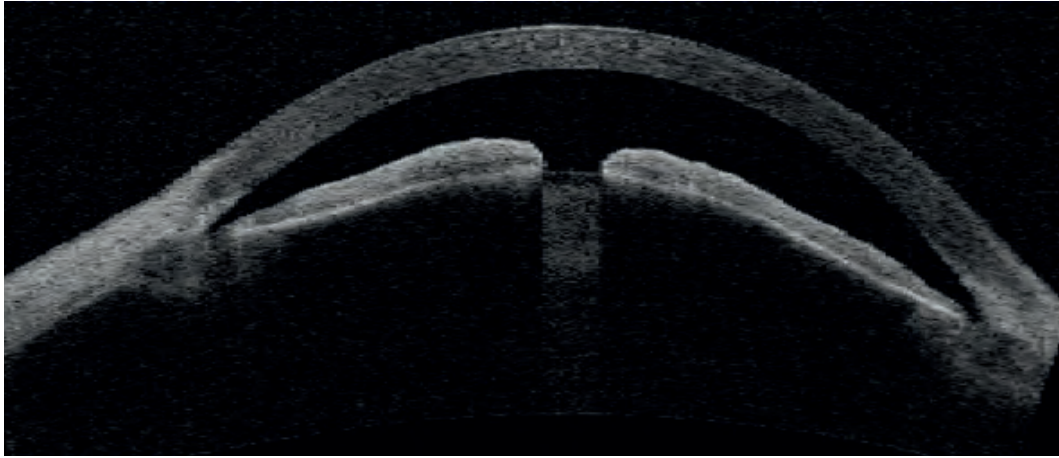


Figure 28 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen ouvert mais avec une chambre antérieure très étroite en rapport avec un mécanisme cristallinien. Il existe un risque de fermeture de l'angle en mydriase.

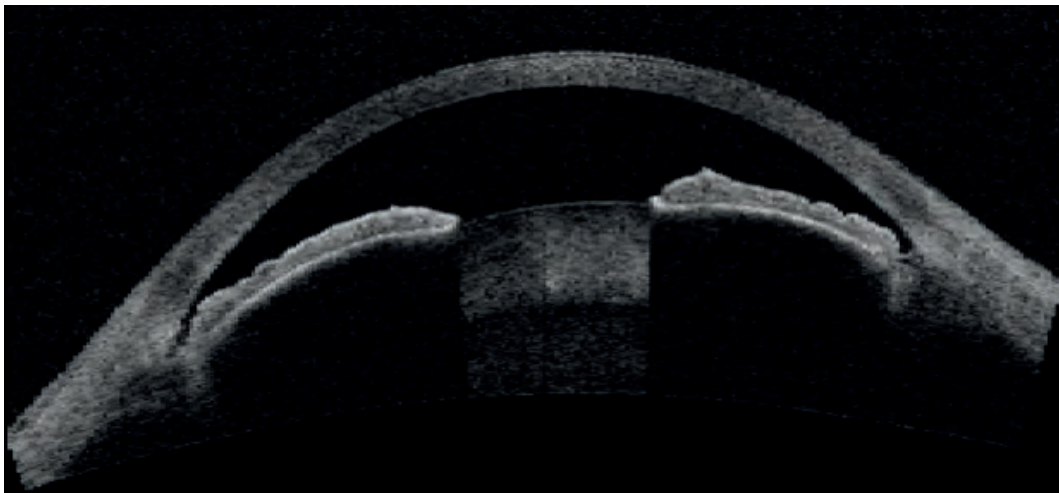


Figure 29 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen étroit avec une apposition Irido-trabéculaire en rapport avec un mécanisme cristallinien. Il existe un risque très élevé de fermeture en cas de mydriase.

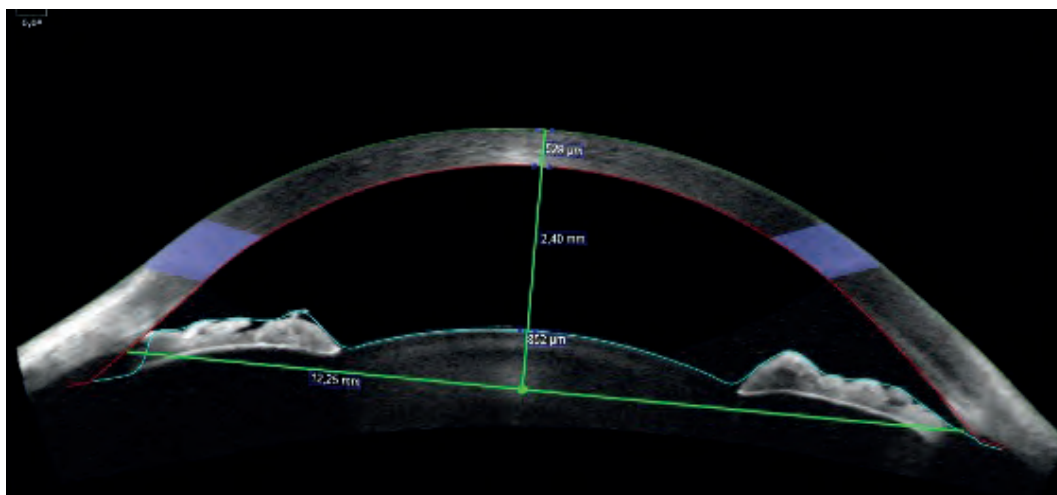


Figure 30 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen partiellement fermé avec une apposition irido-trabéculaire en rapport avec un mécanisme cristallinien.

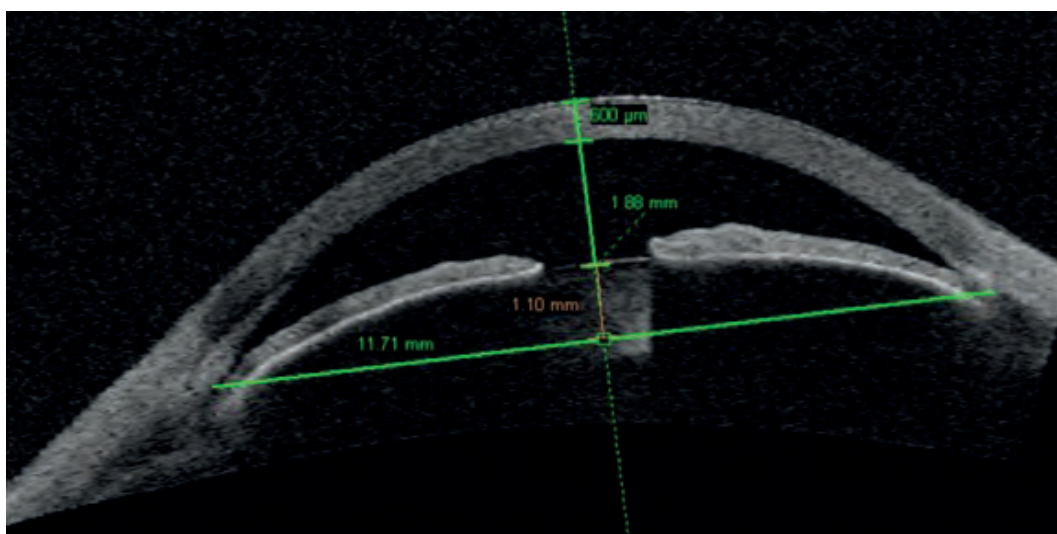


Figure 31 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé avec une apposition irido-trabéculaire en rapport avec un mécanisme cristallinien. La mesure de la flèche cristallinienne permet d'évaluer quantitativement la responsabilité du cristallin dans la fermeture de l'angle (1100 microns). On considère qu'au-delà de 600 à 900 microns, le cristallin entraîne un risque important de fermeture de l'angle irido-cornéen.

Le glaucome malin

Le glaucome malin est défini par une fermeture de la chambre antérieure accompagnée d'une augmentation de la PIO en présence d'une iridotomie visible et en l'absence de décollement choroïdien cliniquement décelable. Le glaucome malin est rarement une pathologie primitive et suit fréquemment une chirurgie filtrante, tout particulièrement dans les angles étroits. Un blocage ciliaire associé à un flux d'humeur aqueuse dirigé vers la cavité vitrénne représenterait le mécanisme principal dans la pathogénie du glaucome malin. Le cristallin ou l'implant intra-oculaire est ainsi poussé en avant, réduisant la profondeur de la chambre antérieure et fermant l'angle irido-cornéen.

Il faut craindre avant toute chirurgie sur un iris plateau et le suspecter après phakoexérèse en cas de myopie inexplicquée en post-opératoire. Le bloc iris-sac capsulaire-implant est en effet poussé vers l'avant en cas de glaucome malin et crée une myopisation.

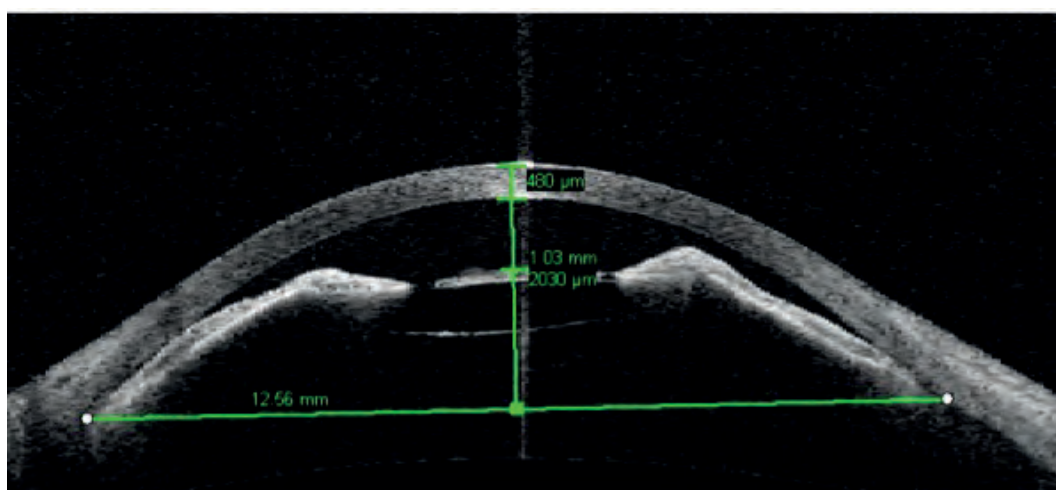


Figure 32 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé avec une chambre antérieure effacée et une bascule du plan iridociliaire vers l'avant dans le cas d'un glaucome malin. On observe également la présence d'un implant en chambre postérieure.

Les effusions cilio-choroïdiennes

L'effusion choroïdienne peut survenir à la suite de différentes pathologies comme une nanophthalmie, des maladies inflammatoires, la chirurgie du décollement de rétine, l'occlusion de la veine centrale de la rétine, la chirurgie du glaucome ou encore la prise de certains médicaments. On observe un œdème du corps ciliaire entraînant la rotation antérieure des procès ciliaires et provoquant une fermeture de l'AIC. Une effusion supra-choroïdienne ou des décollements choroïdiens ou rétiniens périphériques peuvent également provoquer une bascule antérieure du plan iridociliaire et une fermeture de l'angle irido-cornéen.

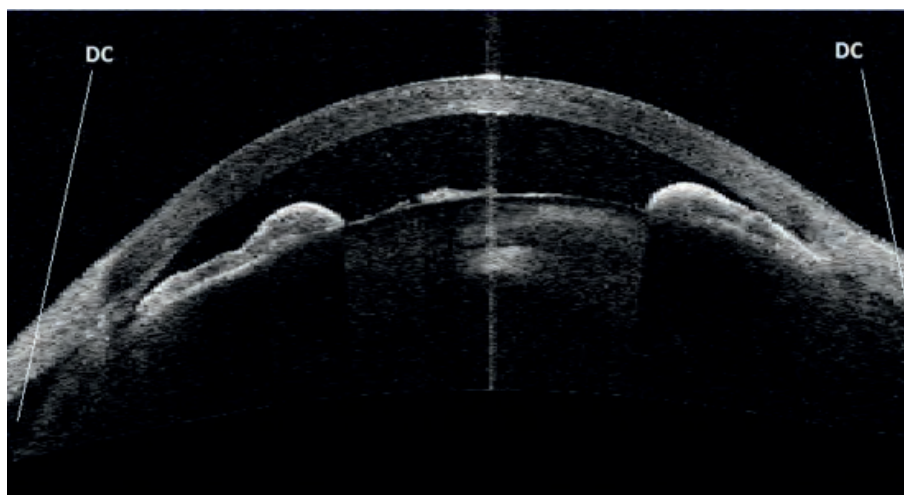


Figure 33 :

Image en OCT d'un angle irido-cornéen fermé avec une chambre antérieure étroite et une bascule du plan iridociliaire vers l'avant associée à un décollement choroidien périphérique (DC) et un œdème des corps ciliaires.

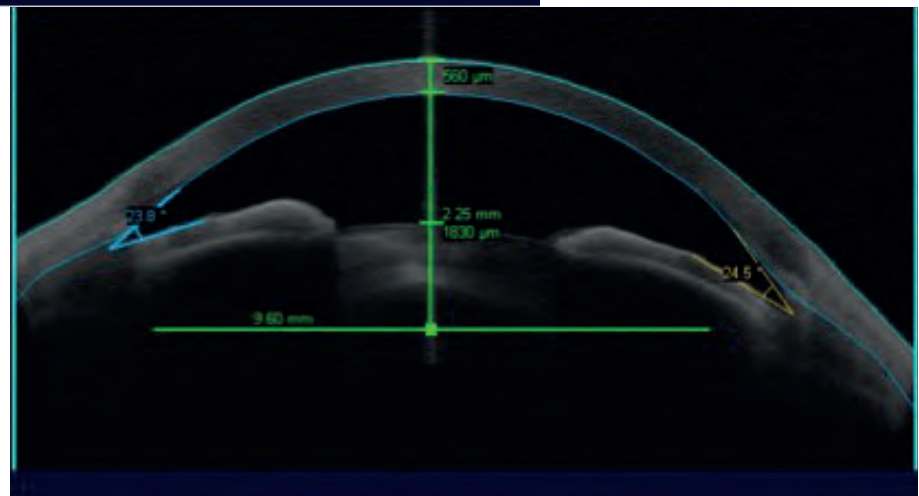
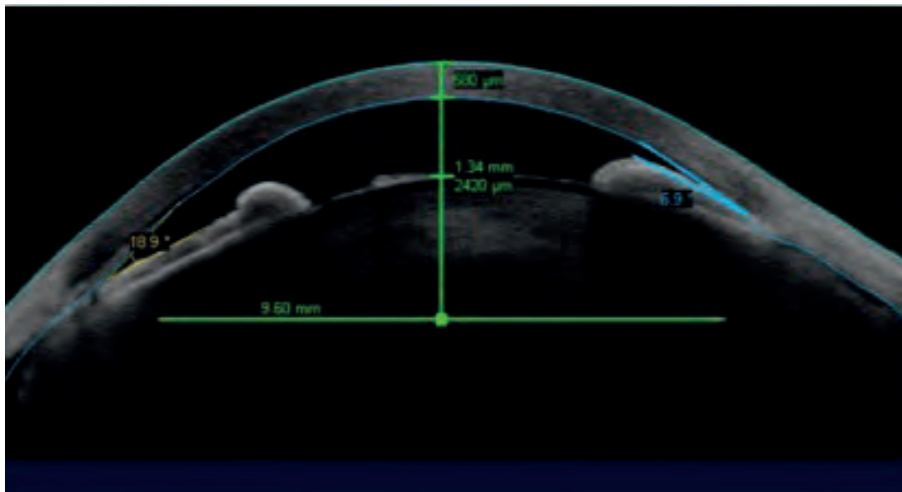


Figure 34 :

Syndrôme d'effusion uvéale avec bascule du plan iridociliaire vers l'avant et fermeture de l'angle, induit par un anti-épileptique, le topiramate. En haut : sous traitement, en bas : résolution spontanée à l'arrêt du traitement.

Autres fermetures secondaires de l'angle irido-cornéen

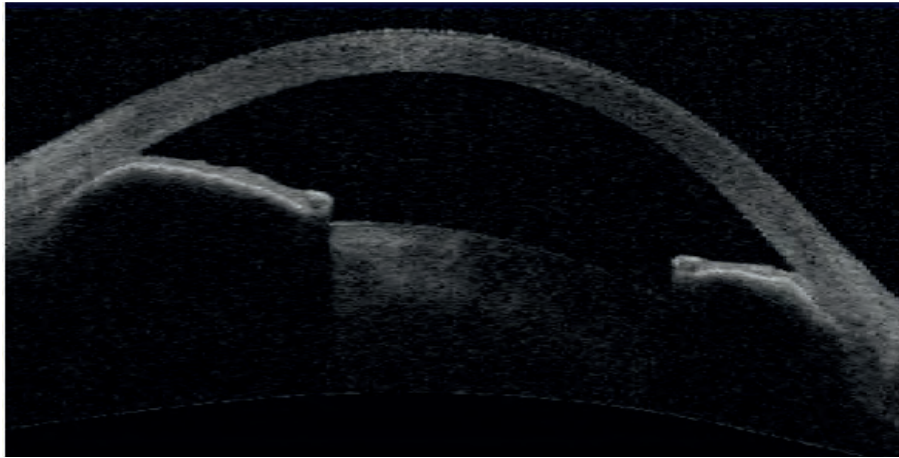


Figure 35 :

Synéchies antérieures périphériques bilatérales entraînant une attraction antérieure de l'iris dans le cadre d'un glaucome néovasculaire de stade IV.

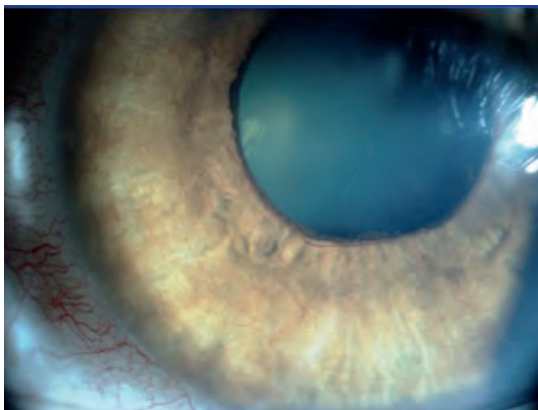
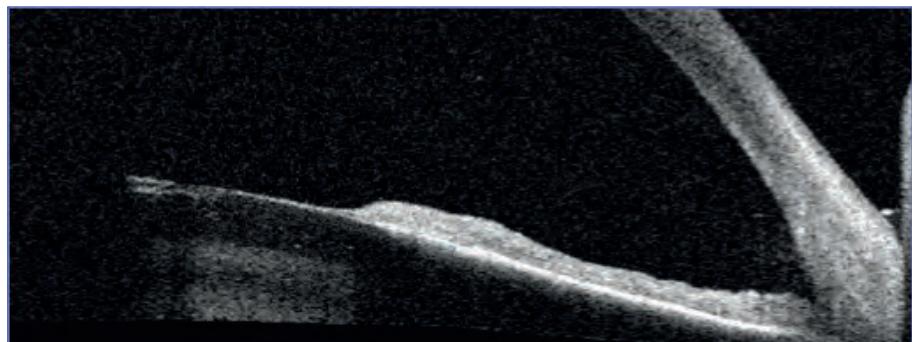


Figure 36 :

Glaucome néovasculaire : aspect lissé de l'iris et membrane inflammatoire se poursuivant sur le cristallin. L'angle n'est pas fermé mais la pression oculaire augmente en raison de l'obstruction du trabéculum par la membrane fibrovasculaire.



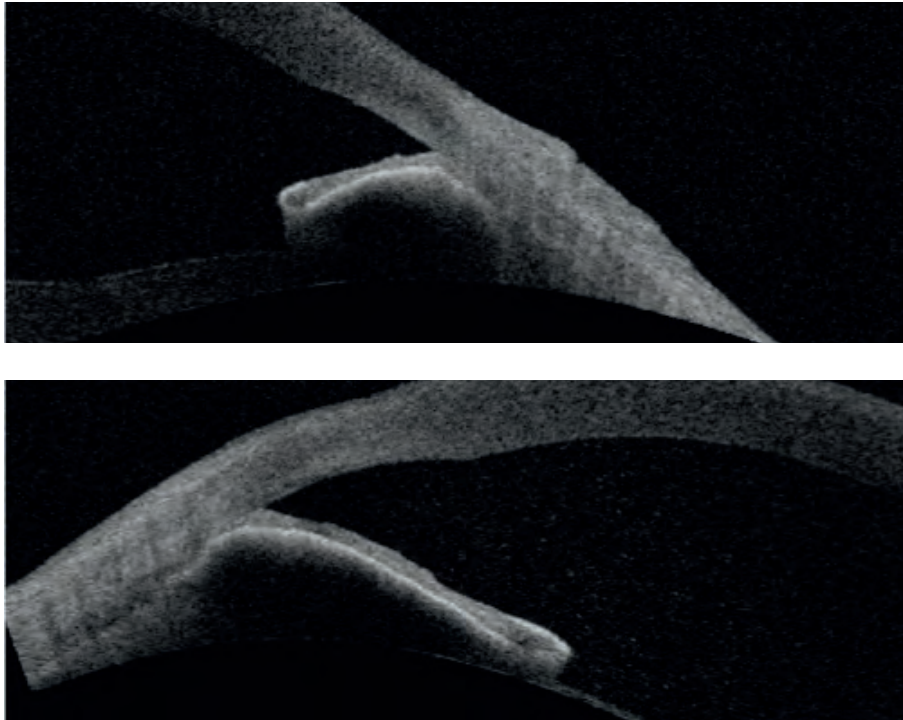


Figure 37 :
Exemples de glaucomes néovasculaires avec fermeture de l'angle.

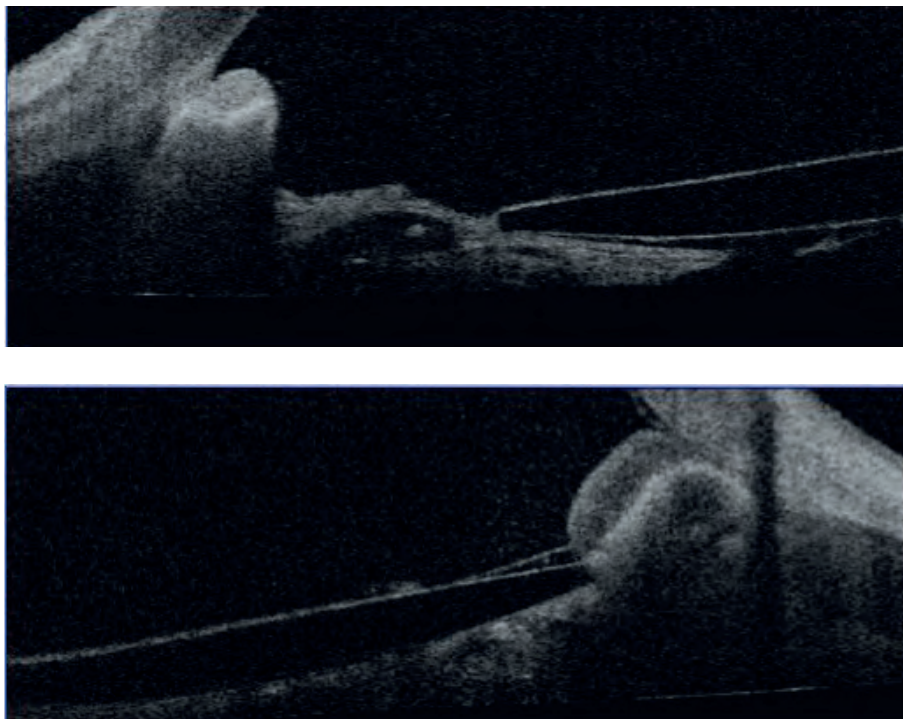


Figure 38 :
Exemples de glaucomes néovasculaires avec fermeture de l'angle et rétraction totale de l'iris.

Autres fermetures secondaires de l'angle irido-cornéen

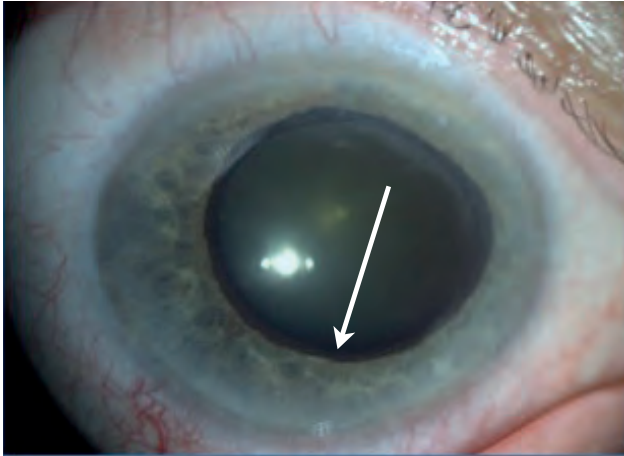
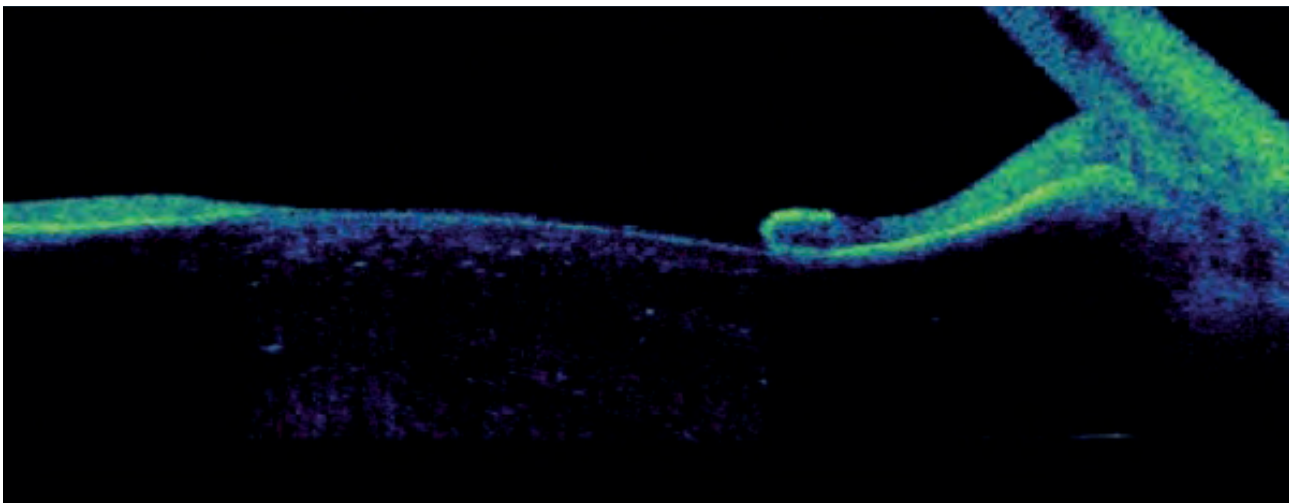
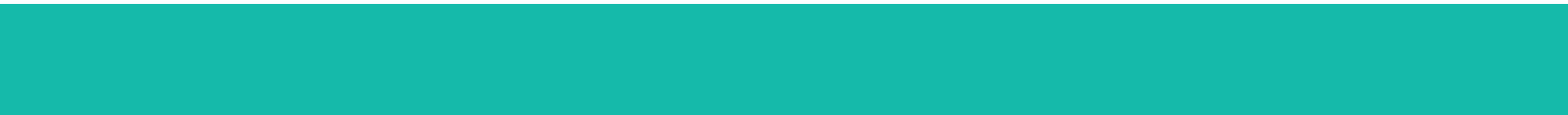


Figure 39 :

Glaucome néovasculaire avec fermeture de l'angle et ectropion uvéal.







3. Analyse des mécanismes de certains glaucomes secondaires

Analyse des mécanismes de certains glaucomes secondaires

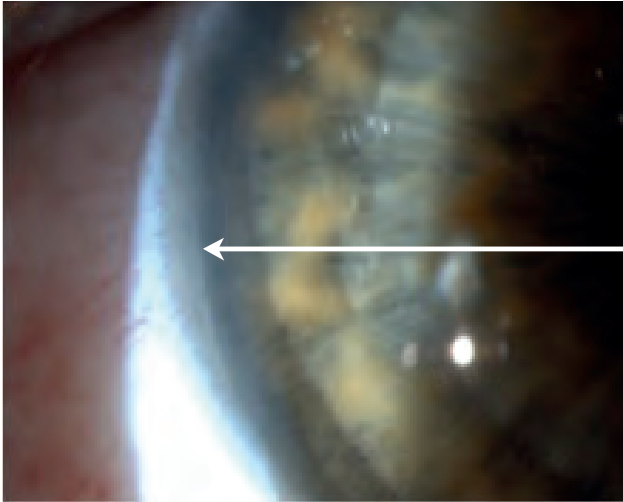


Figure 40 :

Image en OCT de l'angle irido-cornéen avec un embryotoxon postérieur.

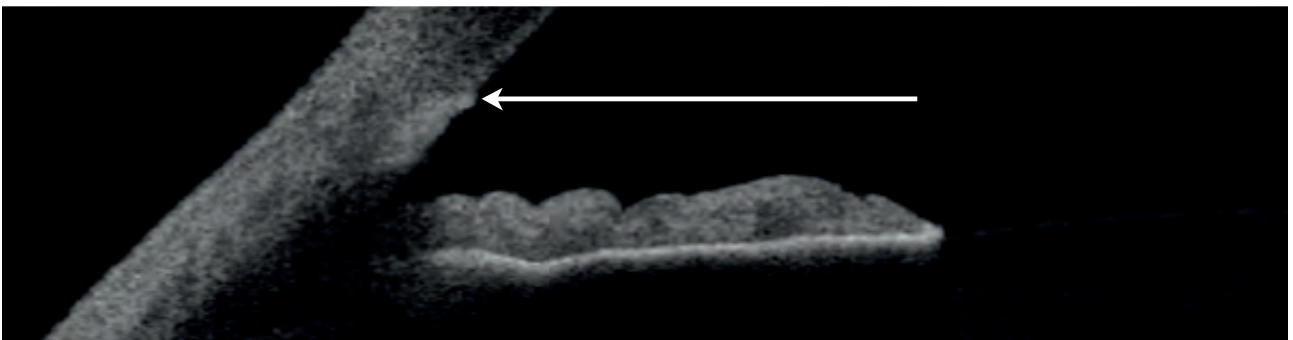


Figure 41 :

Stries de Haab dans un glaucome congénital.

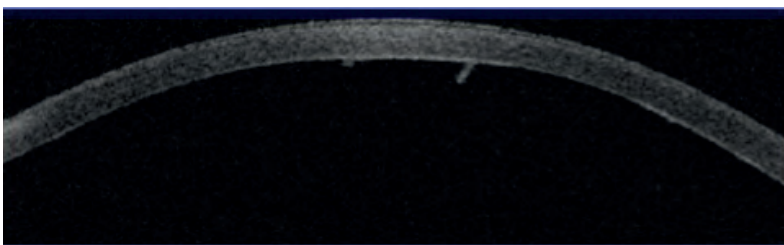
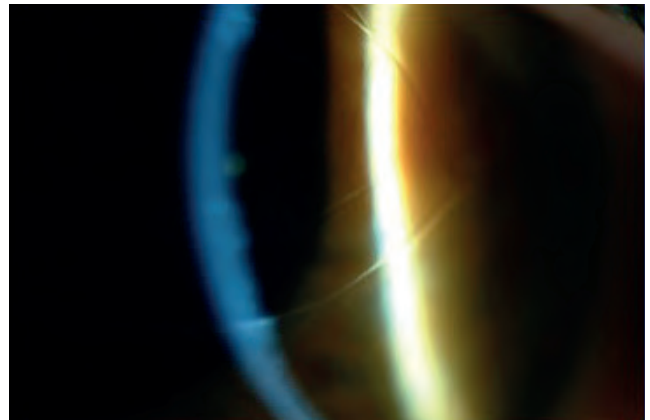
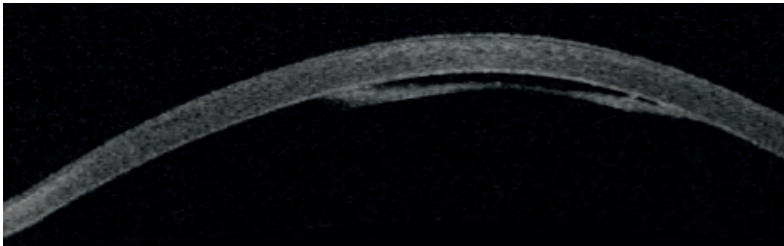




Figure 42 :

Image en UBM d'une chambre antérieure très profonde associée à une concavité postérieure de l'iris et un contact irido-zonulaire dans un syndrome de dispersion pigmentaire.

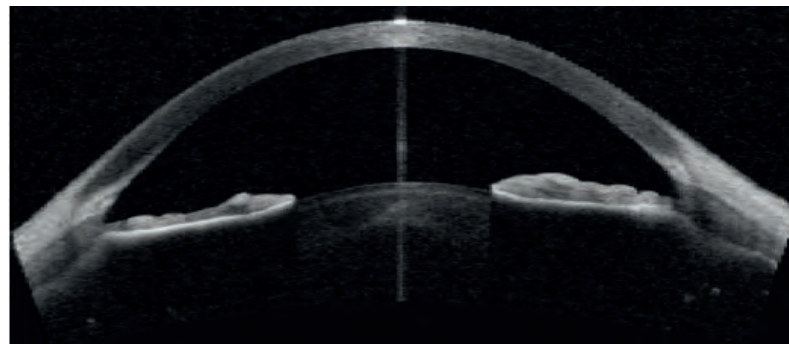
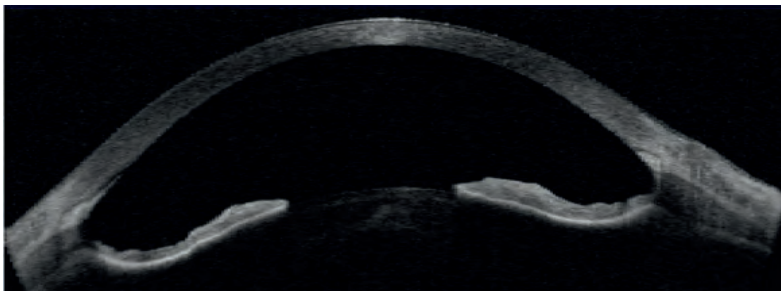


Figure 43 :

Image en OCT d'une chambre antérieure très profonde associée à une concavité postérieure de l'iris et un contact irido-cristallinien et probablement irido-zonulaire dans un syndrome de dispersion pigmentaire. En haut : avant iridotomie, en bas après iridotomie, disparition du bloc inversé. Noter la forte réflectivité du trabéculum qui pourrait traduire son hyperpigmentation.



Figure 44 :

Image de blocage pupillaire inverse après chirurgie de la cataracte, avec augmentation du gradient de pression entre la chambre antérieure et postérieure de l'œil. Ceci provoque une concavité postérieure de l'iris associée à un contact entre la face postérieure de l'iris et l'implant de chambre postérieure. La chambre antérieure est particulièrement profonde dans ce cas.

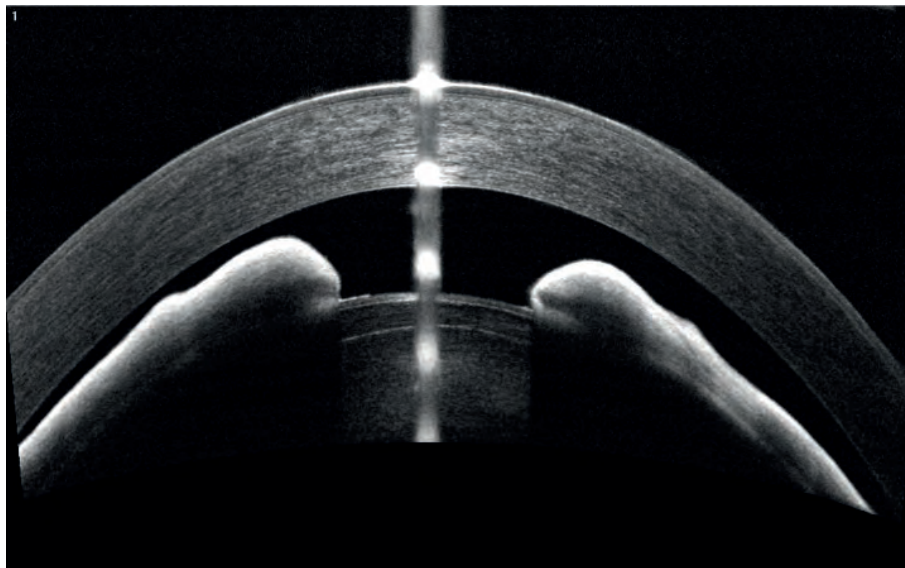


Figure 45 :

Image d'un œil microphthalmalme.



4. Surveillance du laser

4.1. Surveillance de la chirurgie et du laser

4.2. Surveillance de la chirurgie filtrante

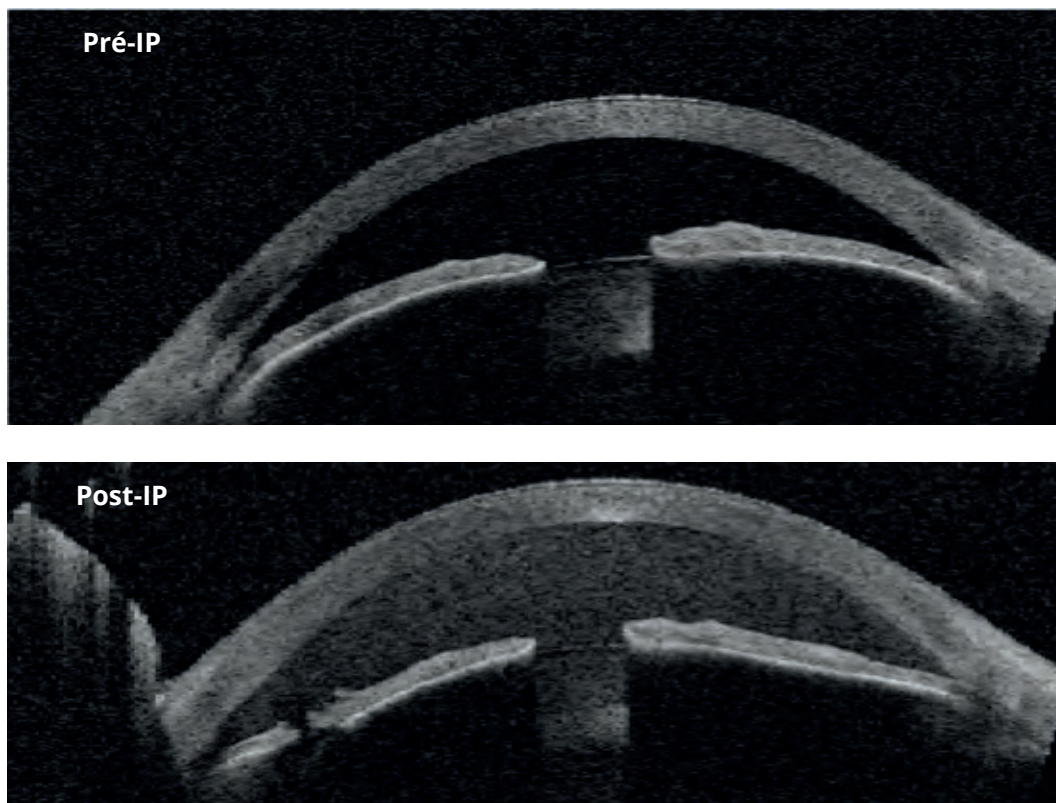


Figure 46 :

Image en OCT des modifications anatomiques induites immédiatement après une iridotomie périphérique. On constate un approfondissement de la chambre antérieure associée à une réouverture de l'angle irido-cornéen. L'iridotomie est transfixiante. La chambre antérieure contient encore du pigment.

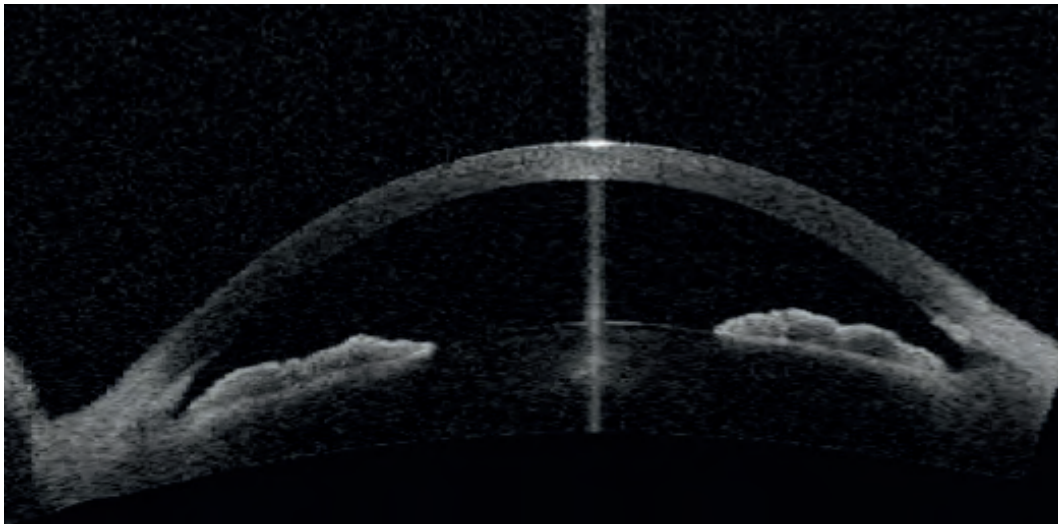
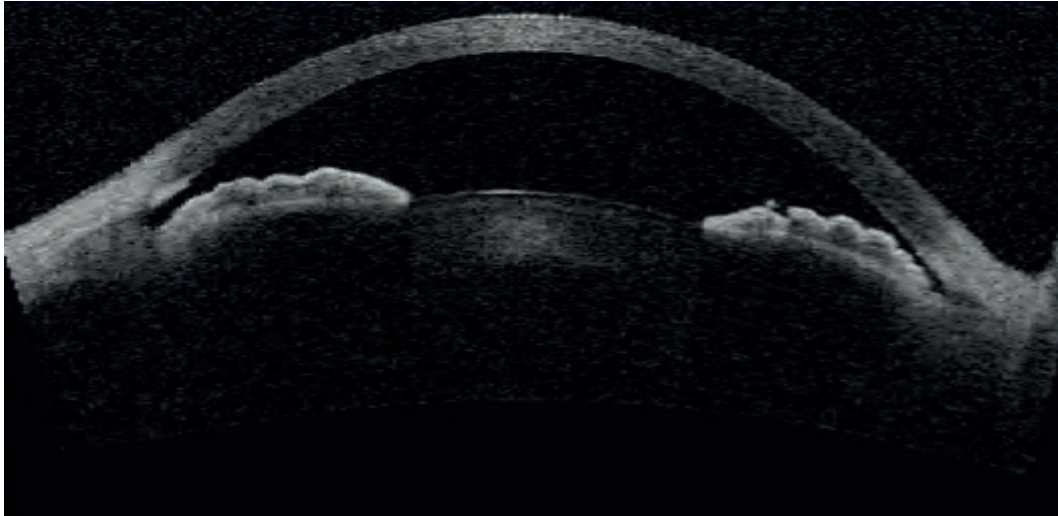


Figure 47 :

Image en OCT des modifications anatomiques induites à distance du laser par une iridotomie périphérique. On constate un approfondissement de la chambre antérieure associée à une réouverture de l'angle irido-cornéen.

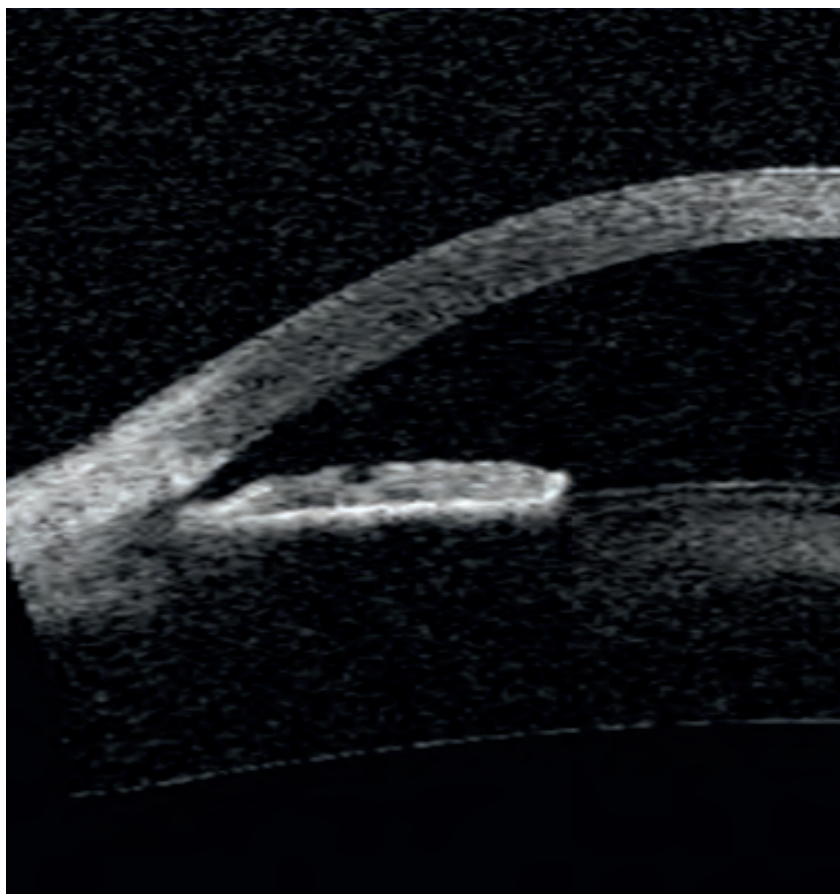


Figure 48 :

Image en OCT des modifications anatomiques induites par une iridoplastie dans le cas d'un iris plateau. On constate un amincissement de la racine de l'iris associé à une hyper-réflexivité de l'iris lié à la cicatrice du laser. L'angle irido-cornéen est ouvert.



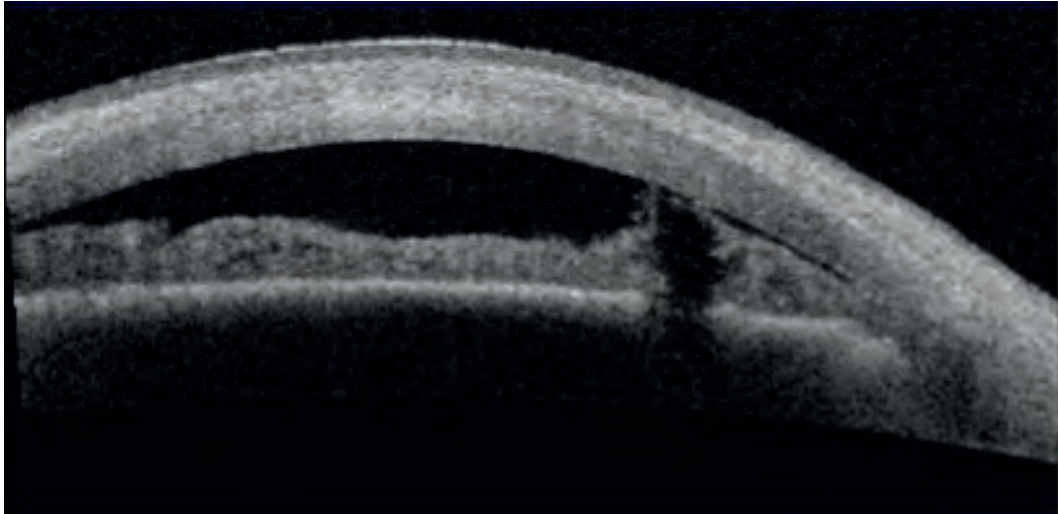


Figure 49 :

Image en OCT de la périphérie irienne montrant une iridotomie non totalement transfixiante.

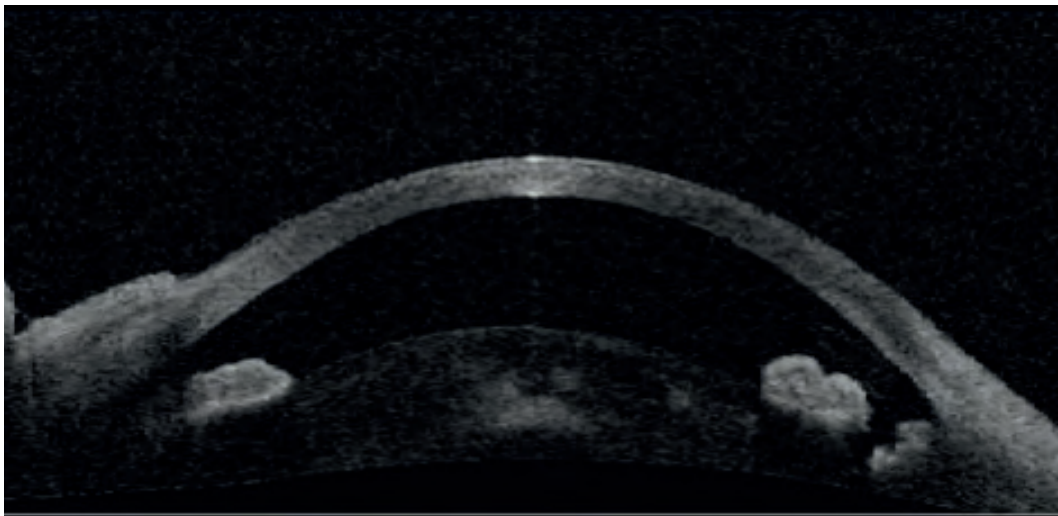


Figure 50 :

Image en OCT montrant une iridotomie bien transfixiante.

La trabéculéctomie et la sclérectomie profonde non perforante (SPNP) sont associées au développement d'une bulle de filtration liée aux processus de cicatrisation tissulaire post-opératoire. L'UBM et l'OCT de segment antérieur permettent une évaluation de la morphologie interne des bulles de filtration. L'imagerie du segment antérieur améliore notre compréhension des mécanismes de filtration ou de leurs échecs, et réalise une aide lors du suivi post-opératoire qui demeure un élément majeur du pronostic de cette chirurgie.

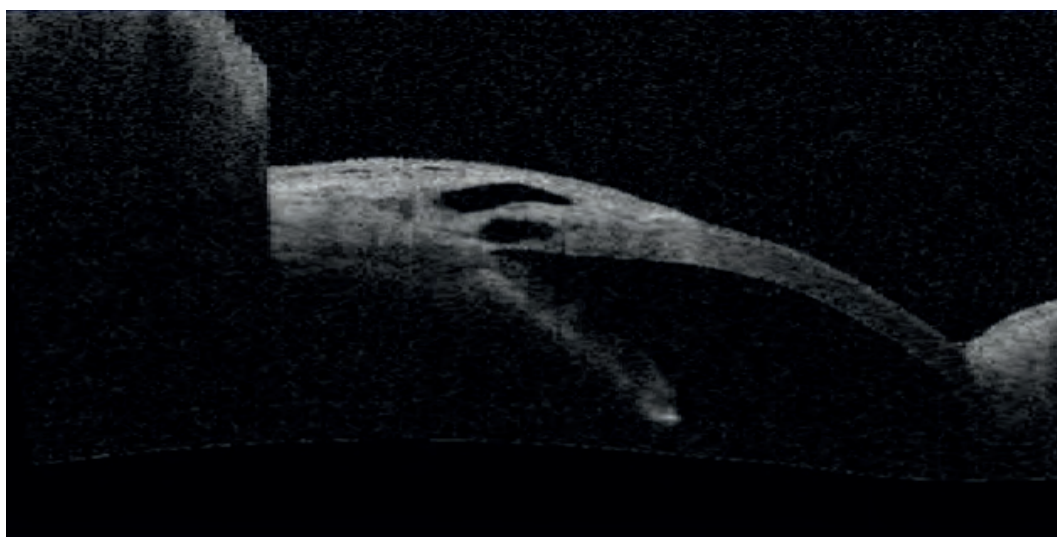


Figure 51 :

Image en OCT du site opératoire d'une sclérectomie profonde non perforante montrant les différents plans anatomiques : la membrane trabéculo-descemétique résiduelle qui sépare la chambre antérieure et la chambre de décompression, puis le volet scléral et la bulle conjonctivale.

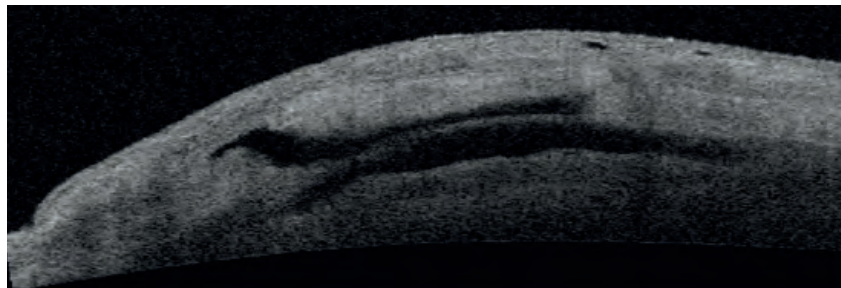
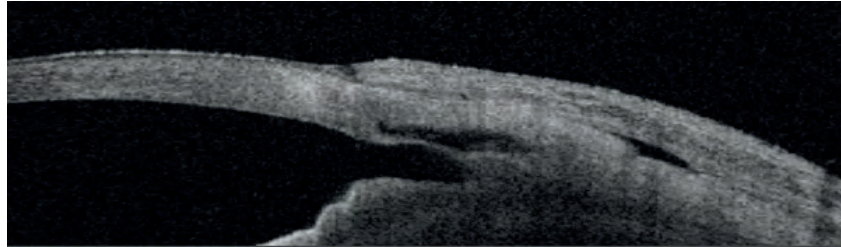


Figure 52 :

Image en OCT d'une bulle de filtration fonctionnelle après sclérectomie profonde non perforante. On constate la présence d'un espace hyporéfléctif sous le volet scléral correspondant à un espace de décompression. La conjonctive est hétérogène avec des microkystes visibles et traduisant la bonne filtration. Haut, perpendiculaire au limbe et bas, parallèle au limbe.

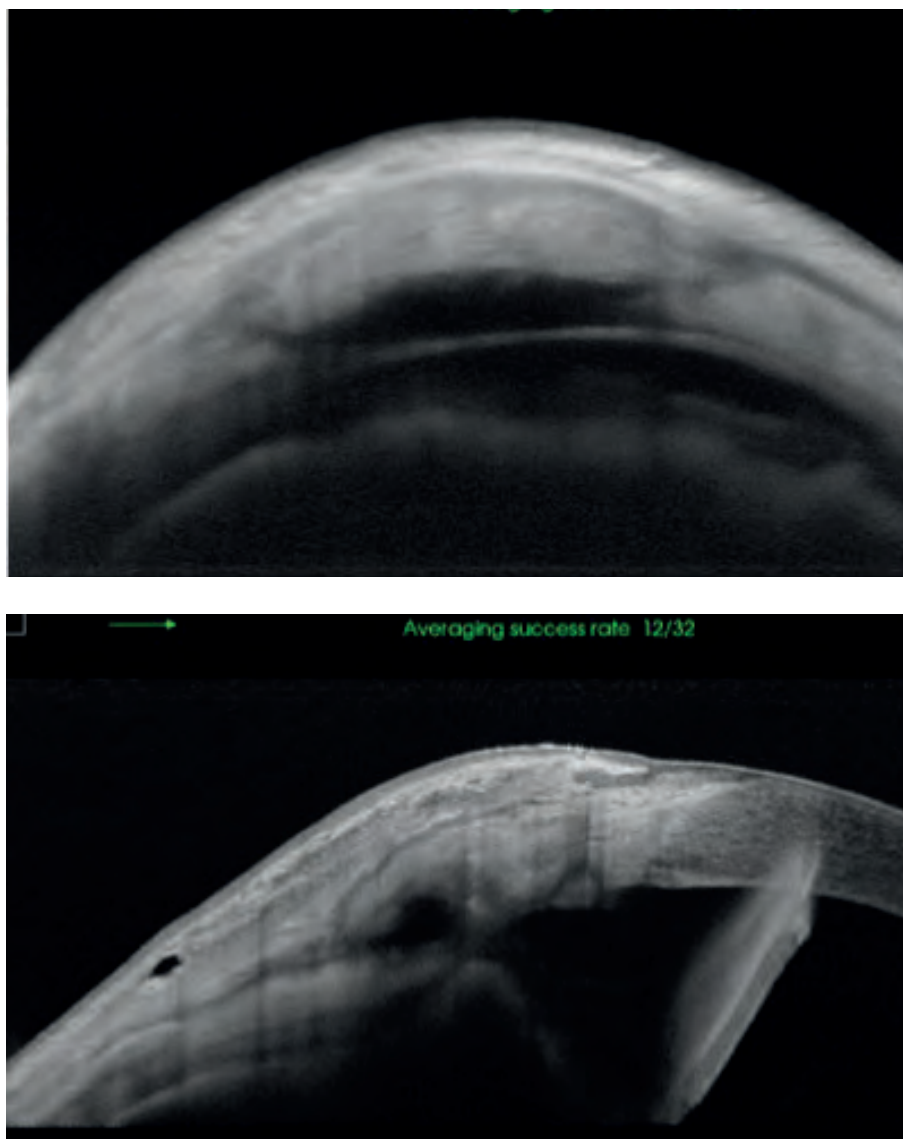


Figure 53 :
Images similaires en OCT Swept source.

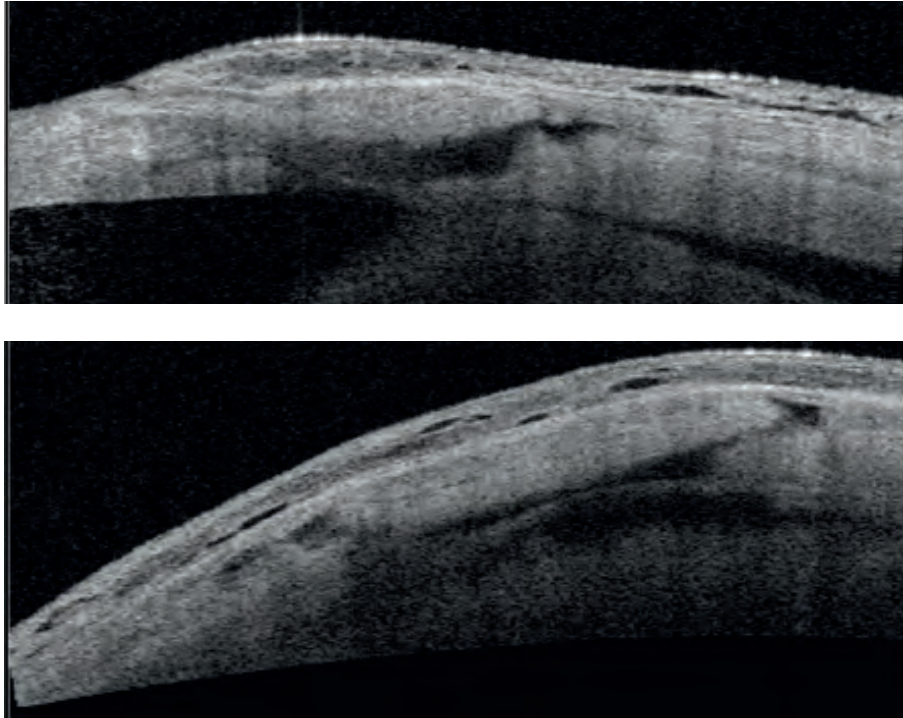


Figure 54 :

Image en OCT d'une bulle de filtration fonctionnelle après sclérectomie profonde non perforante. On constate la présence d'un espace hyporéfléctif sous le volet scléral correspondant à un espace de décompression. La conjonctive est hétérogène avec des microkystes visibles et traduisant la bonne filtration. Haut, perpendiculaire au limbe et bas, parallèle au limbe.

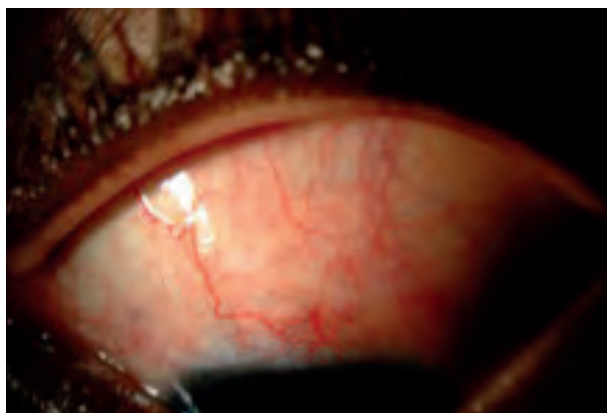
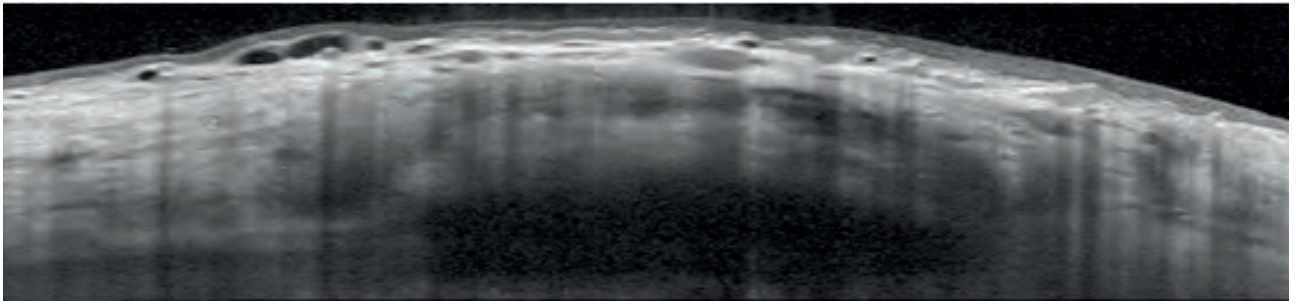
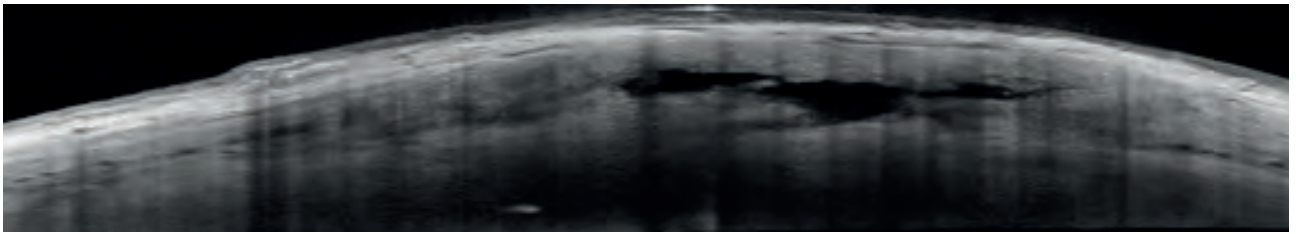
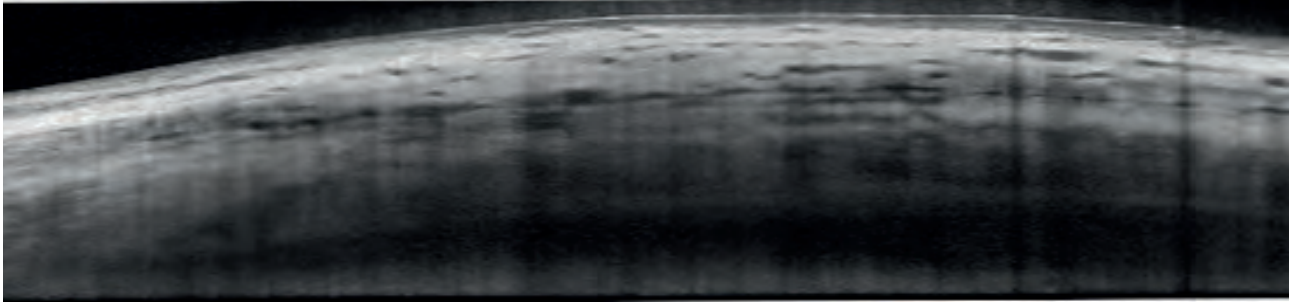


Figure 55 :

Image en OCT *Spectral Domain* d'une bulle de filtration fonctionnelle après sclérectomie profonde non perforante. On constate la présence de nombreux espaces hyporéfectifs au sein de la conjonctive traduisant le passage d'humeur aqueuse.



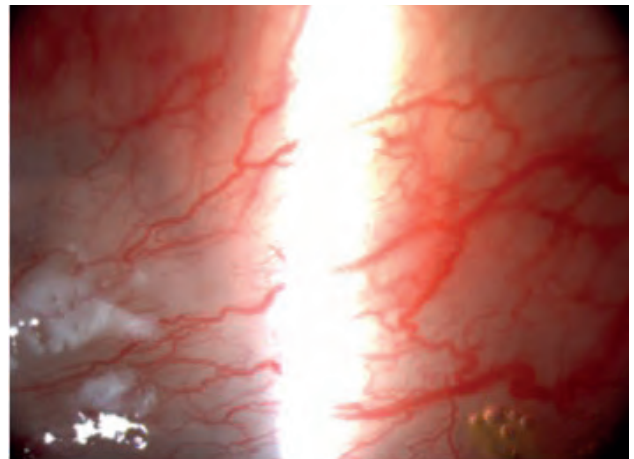
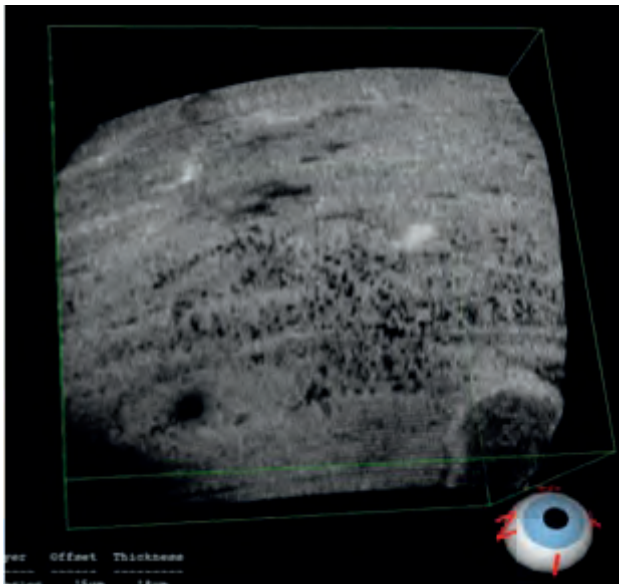


Figure 56 :

Images clinique et en OCT en face obtenue en OCT *Spectral Domain*, montrant les microkystes à la surface d'une bulle de filtration fonctionnelle. La présence de microkystes est un signe de passage trans-conjonctival d'humeur aqueuse.

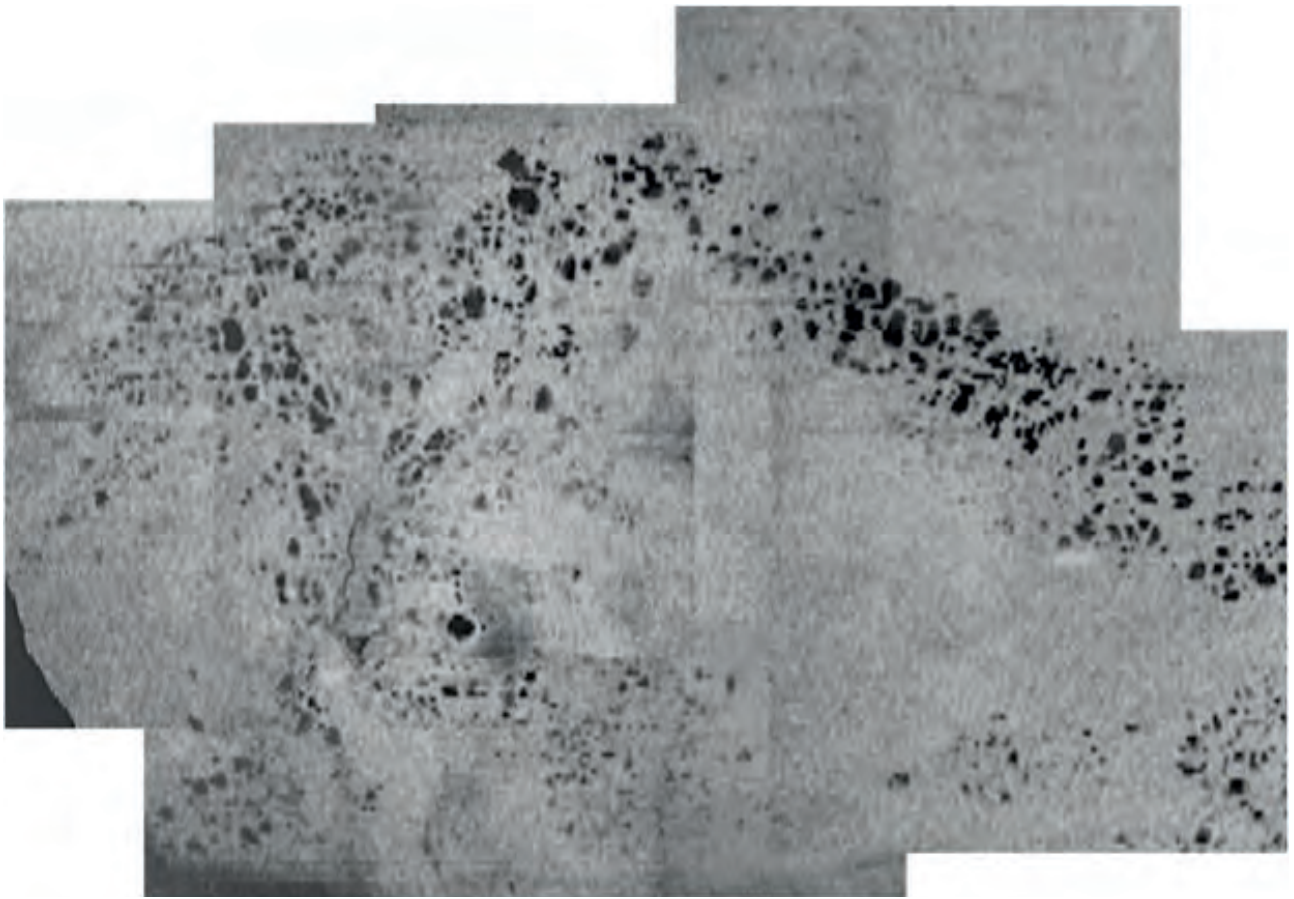


Figure 57 :
Montage d'images de microkystes en OCT en face sur une bulle fonctionnelle.

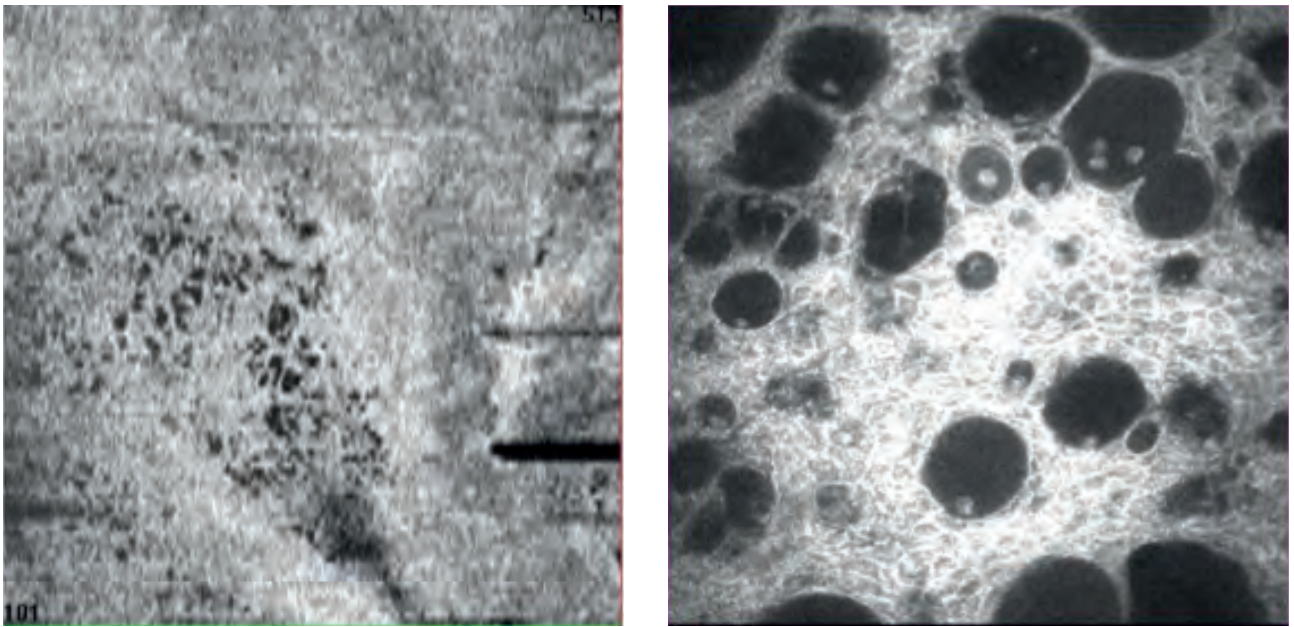


Figure 58 :

Images de microkystes en OCT en face et en microscopie confocale. Les échelles sont différentes, la microscopie confocale donne des images de 400 microns de côté et visualise les microkystes à fort grossissement tandis que l'OCT montre leur distribution sur une grande surface.

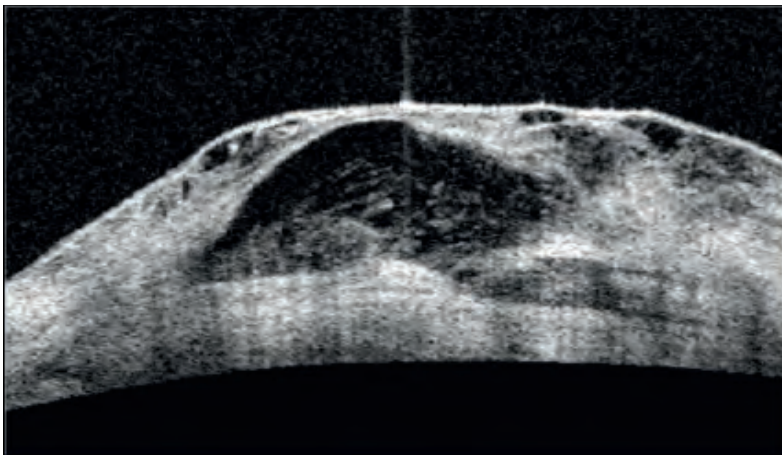
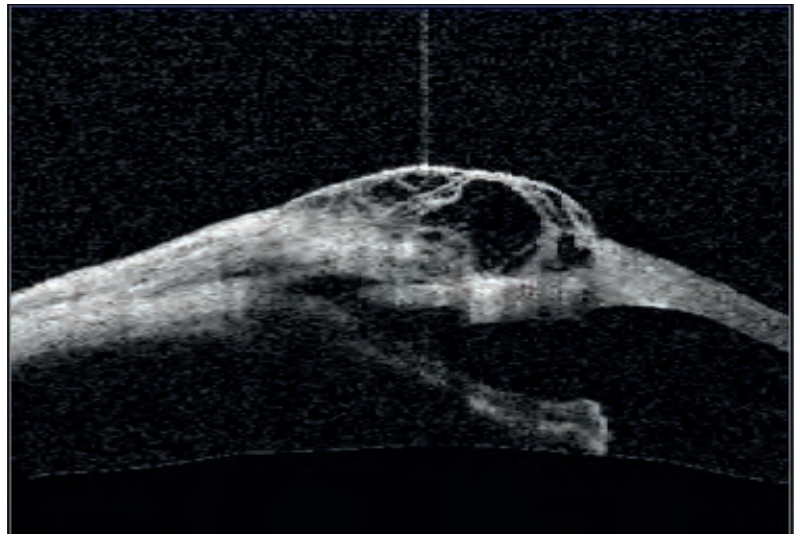


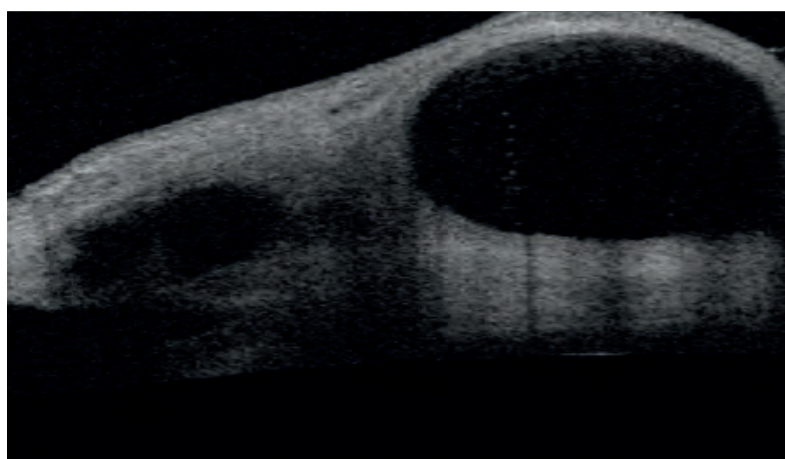
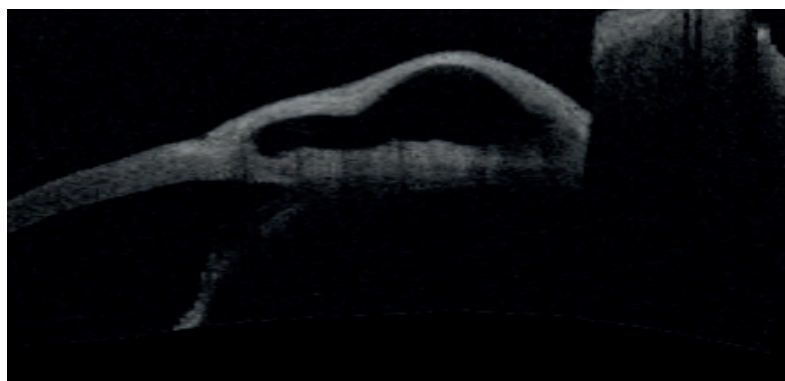
Figure 59 :

Images en OCT d'une bulle de filtration fonctionnelle mais kystique et à paroi fine après trabéculéctomie associée à l'utilisation de MMC. On constate une paroi fine et un aspect multilobulé.



Figure 60 :

Image en OCT d'une bulle de filtration peu fonctionnelle encapsulée. On observe un épaissement conjonctival hyperréfectif et dense correspondant à de la fibrose bloquant la filtration.



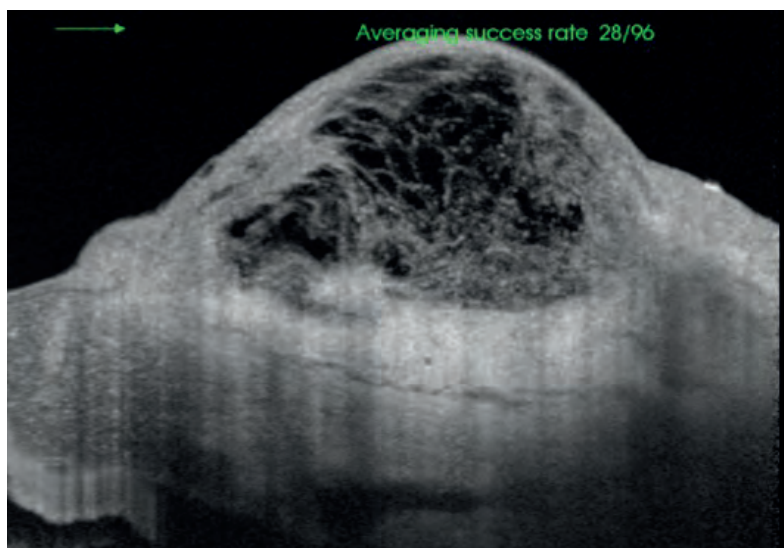


Figure 61 :
Image en OCT Swept source d'une bulle hyperfiltrante (après mitomycine).

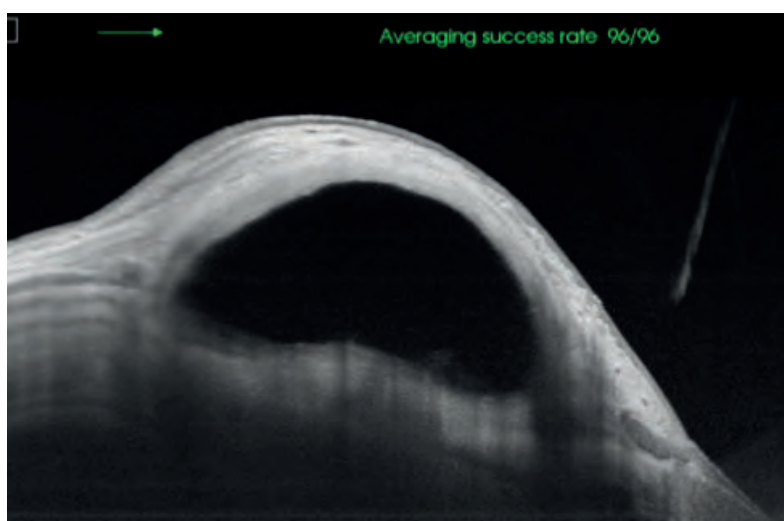


Figure 62 :
Image en OCT Swept source d'une bulle encapsulée.

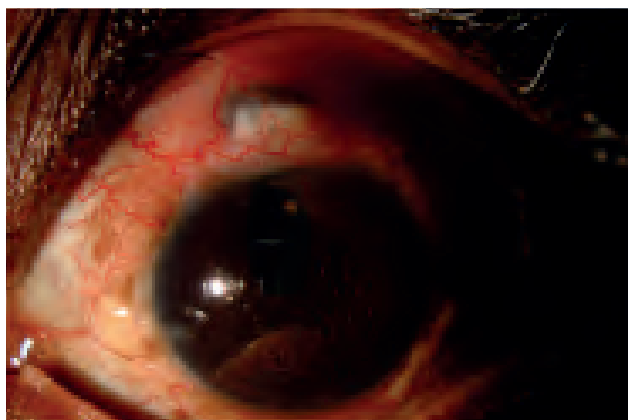


Figure 63 :

Image en OCT *Spectral Domain* d'une incarceration irienne importante dans le site opératoire d'une sclérectomie profonde non perforante. L'iris correspond au tissu hyperréfléctif le plus postérieur. Le tissu conjonctival est homogène sans microkystes visibles traduisant l'absence de filtration d'humeur aqueuse.

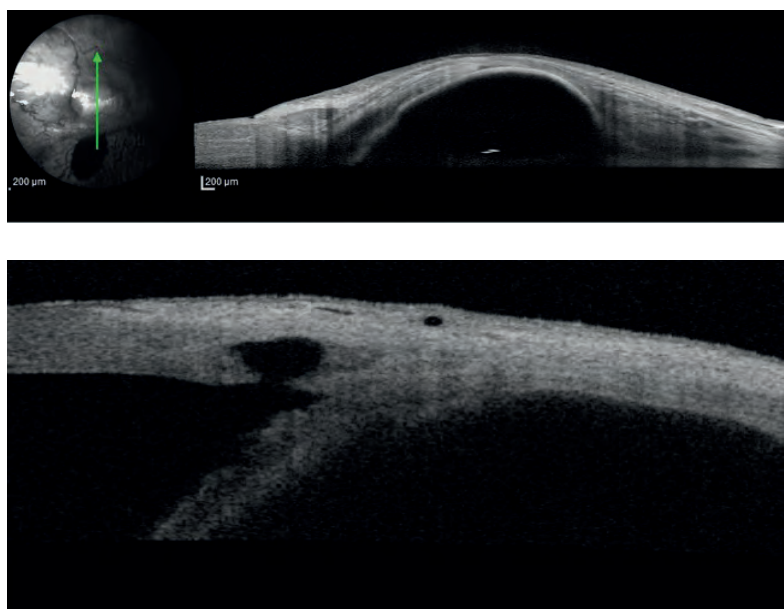


Figure 64 :

Image en OCT d'une bulle plate fibrosée malgré la réalisation d'une goniopuncture après une sclérectomie profonde non perforante.

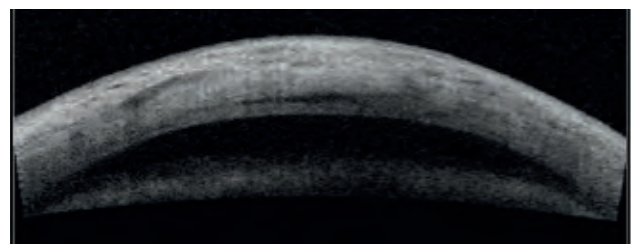
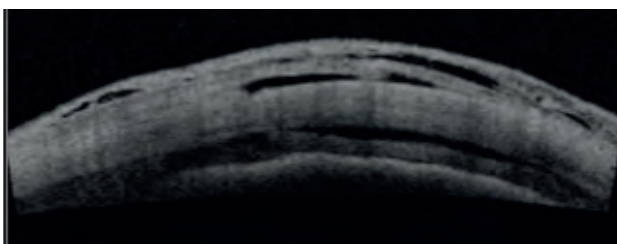
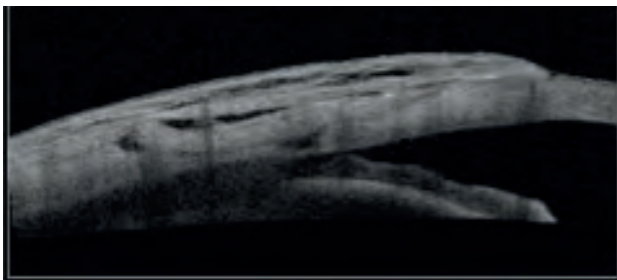
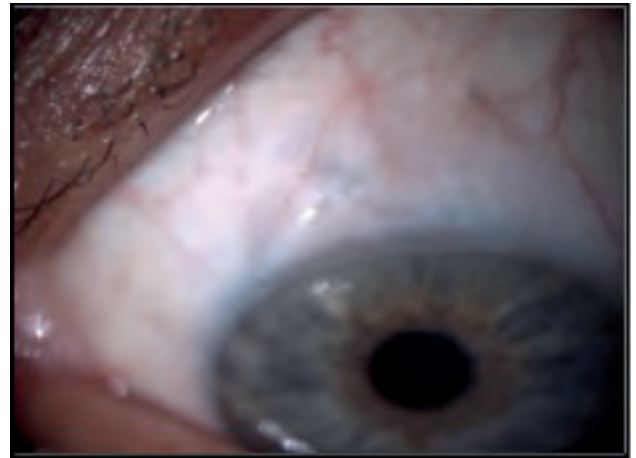


Figure 65 :

Image en OCT de deux bulles de filtration plates. À gauche, la bulle de filtration présente néanmoins des signes de fonctionnement avec un tissu conjonctival hétérogène et une voie de passage de l'humeur aqueuse. À droite, on n'observe aucun signe de passage trans-conjonctival d'humeur aqueuse.

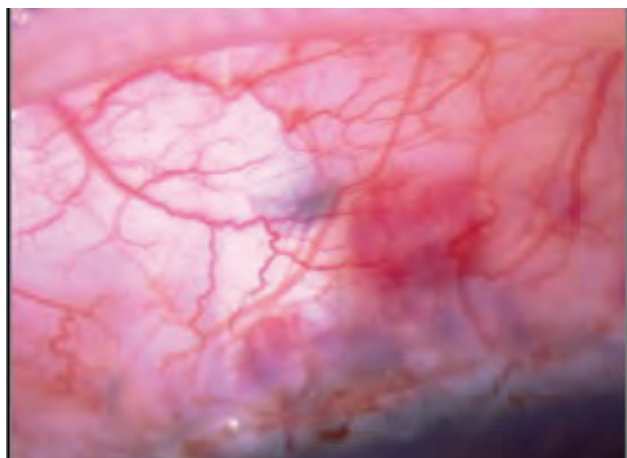
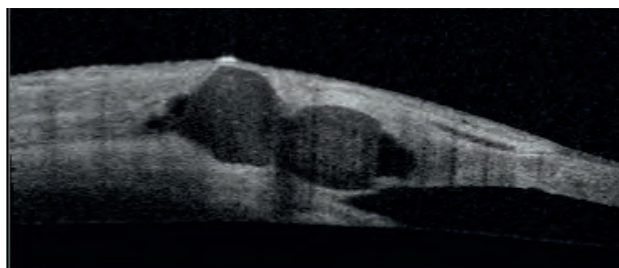
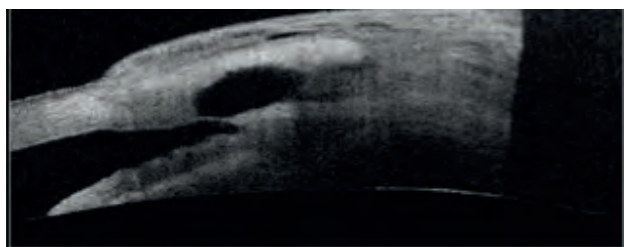
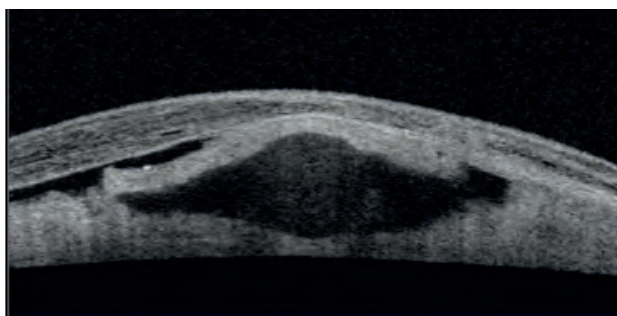


Figure 66 :

Image en OCT de la chambre de décompression d'une sclérectomie profonde non perforante (SPNP) après la pose d'un drain de type Aquaflow®. Ce drain permet de maintenir ouverte la chambre de décompression et a pour objectif de favoriser la filtration lors de la réalisation d'une SPNP.



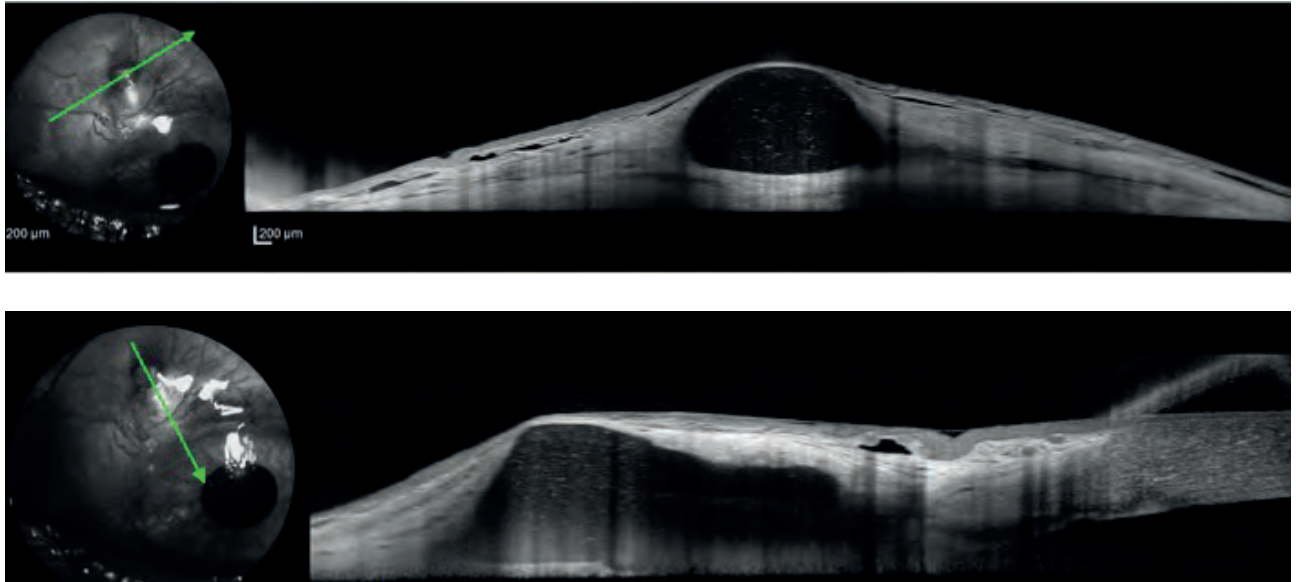


Figure 67 :

Image en OCT *Spectral Domain* de la chambre de décompression d'une sclérectomie profonde non perforante (SPNP) après la pose d'un drain de type Aquaflo®.

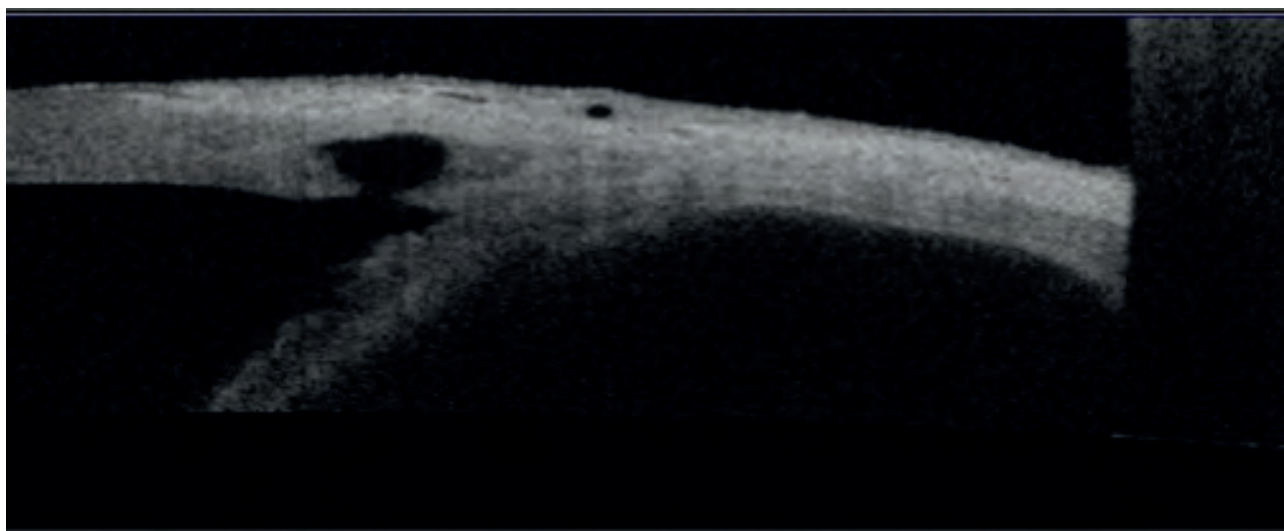
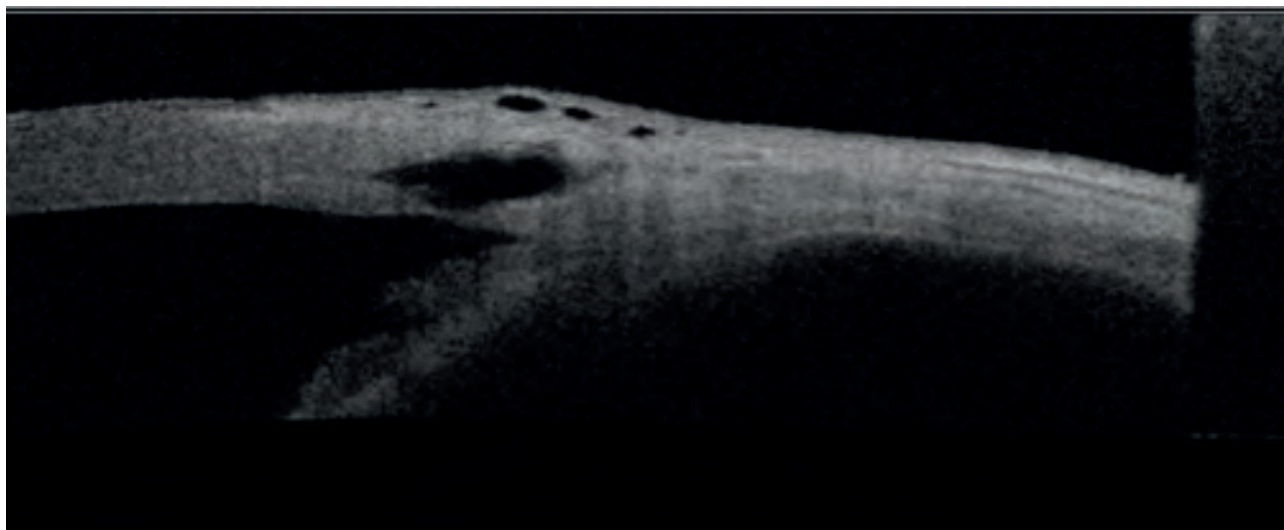


Figure 68 :

Image en OCT du site de filtration d'une sclérectomie profonde non perforante avant (haut) et après (bas) réalisation d'une goniopuncture.

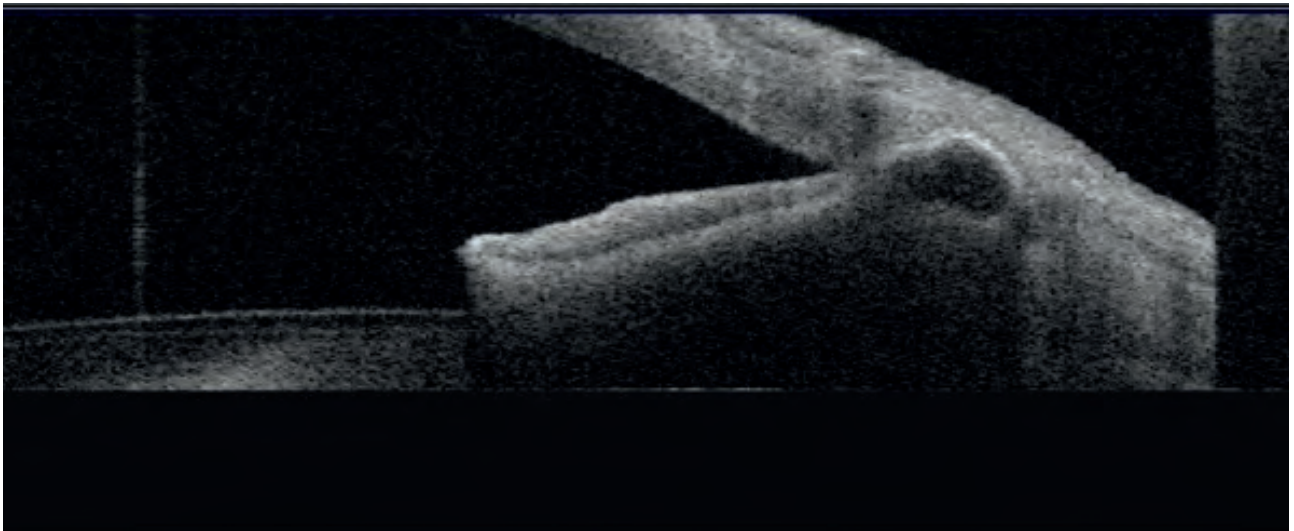
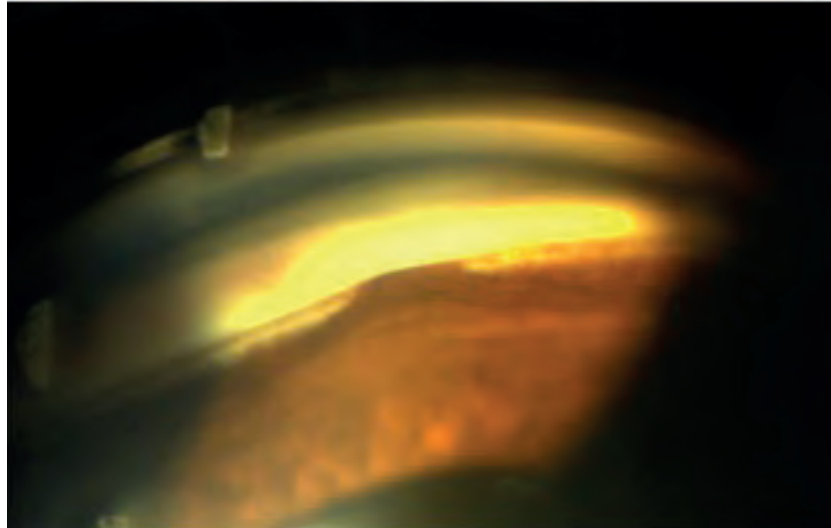


Figure 69 :

Image en OCT du site de filtration d'une sclérectomie profonde non perforante avec une incarceration irienne.

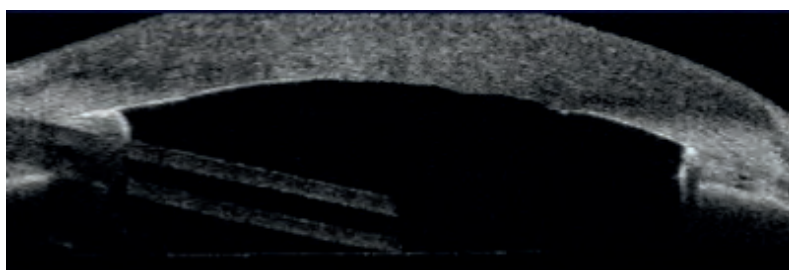
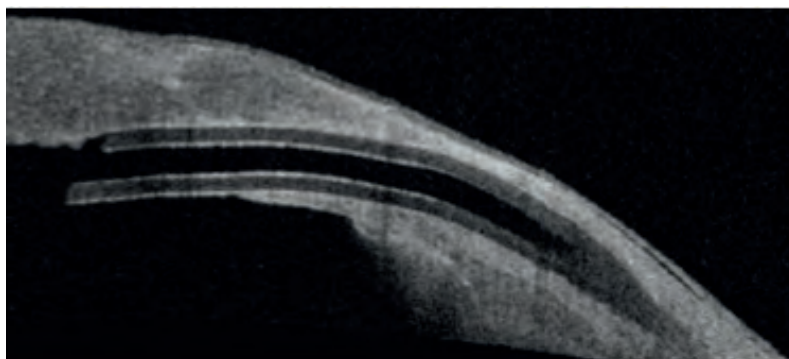


Figure 70 :

Images en OCT du positionnement et des rapports avec la cornée du tube d'une valve de drainage.

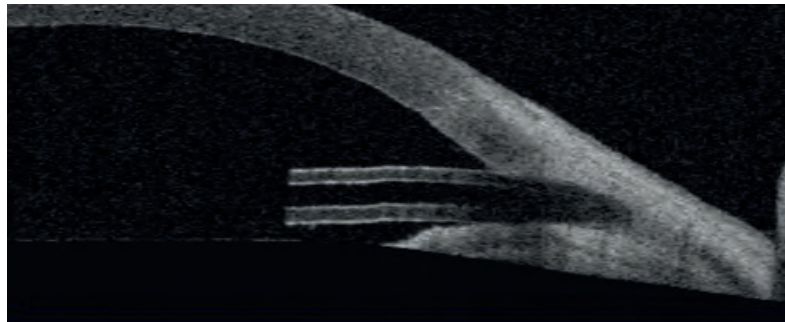
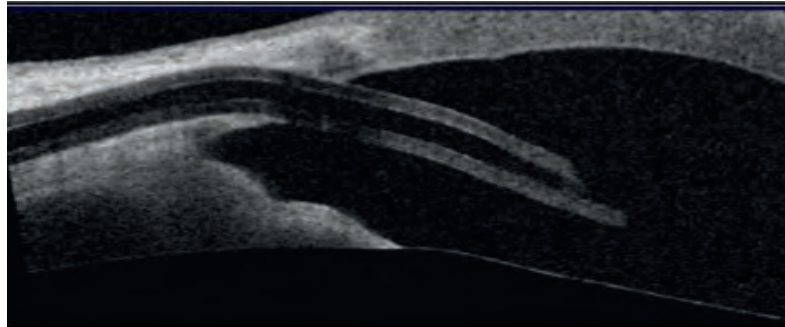


Figure 71 :

Images en OCT du positionnement et des rapports avec la cornée, du tube d'une valve de drainage.

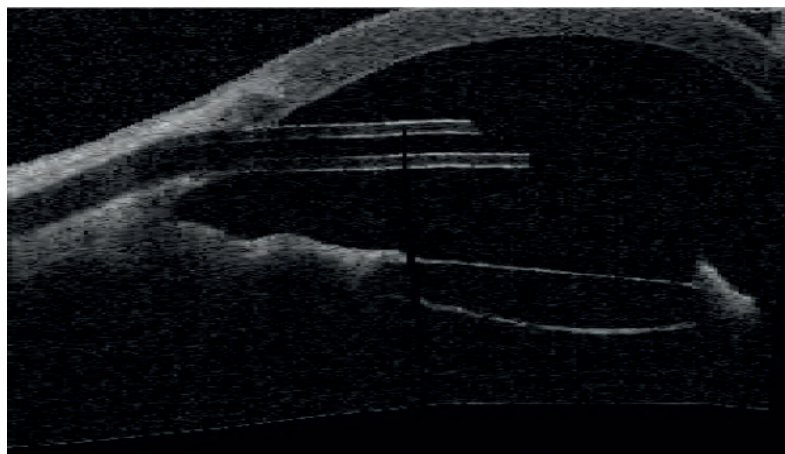


Figure 72 :

Images en OCT du positionnement d'un tube de drainage en chambre antérieure. On remarque également des synéchies entre l'iris et l'implant de chambre postérieure.

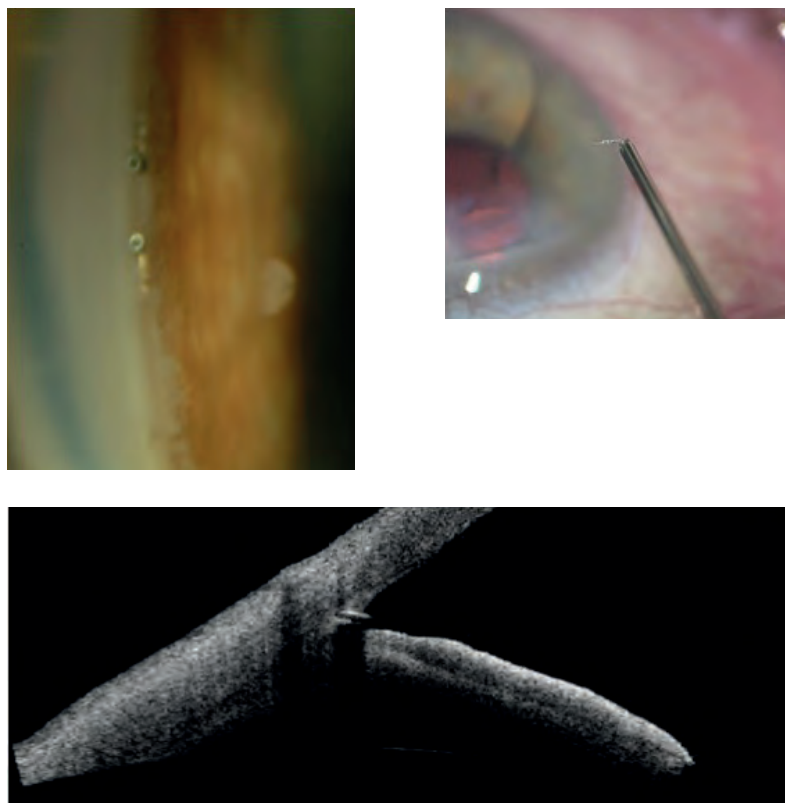


Figure 73 :

Drain de type Istent® implanté à travers le trabéculum. Images du dispositif, des stents en gonioscopie et en OCT.



Figure 74 :
Microtube XEN : aspect intracaméculaire.

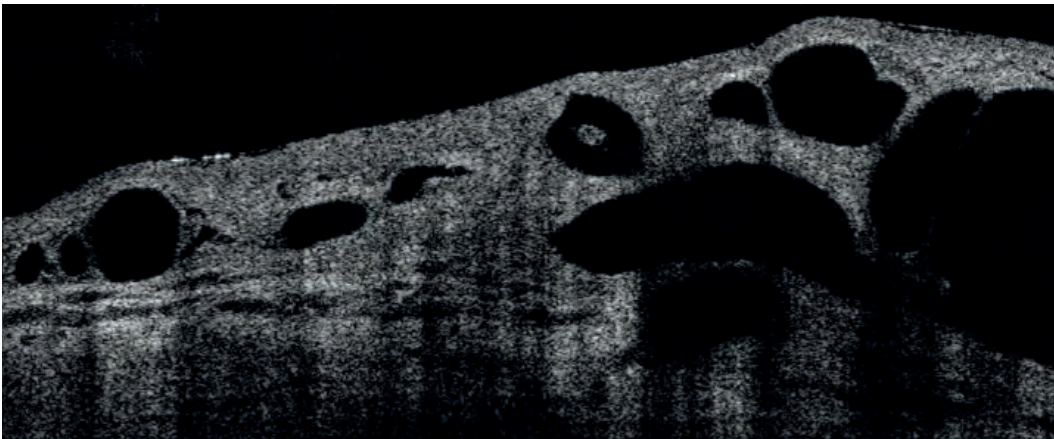


Figure 75 :
XEN : aspect du tube sous conjonctival et de la bulle de filtration environnante.

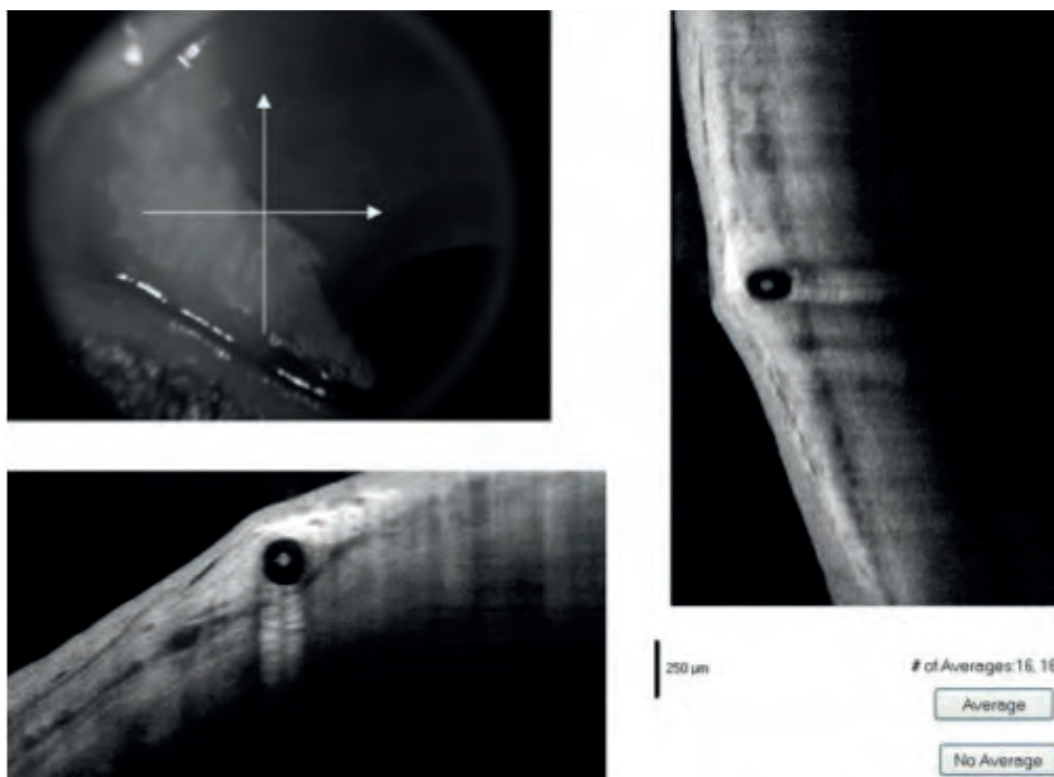


Figure 76 :
Microtube XEN : trajet transcléral.





**5. Nouveaux
développements
de l'imagerie :
une visualisation
directe des vaisseaux,
du trabéculum
et du canal de Schlemm**

Nouveaux développements de l'imagerie :

une visualisation directe des vaisseaux, du trabéculum et du canal de Schlemm

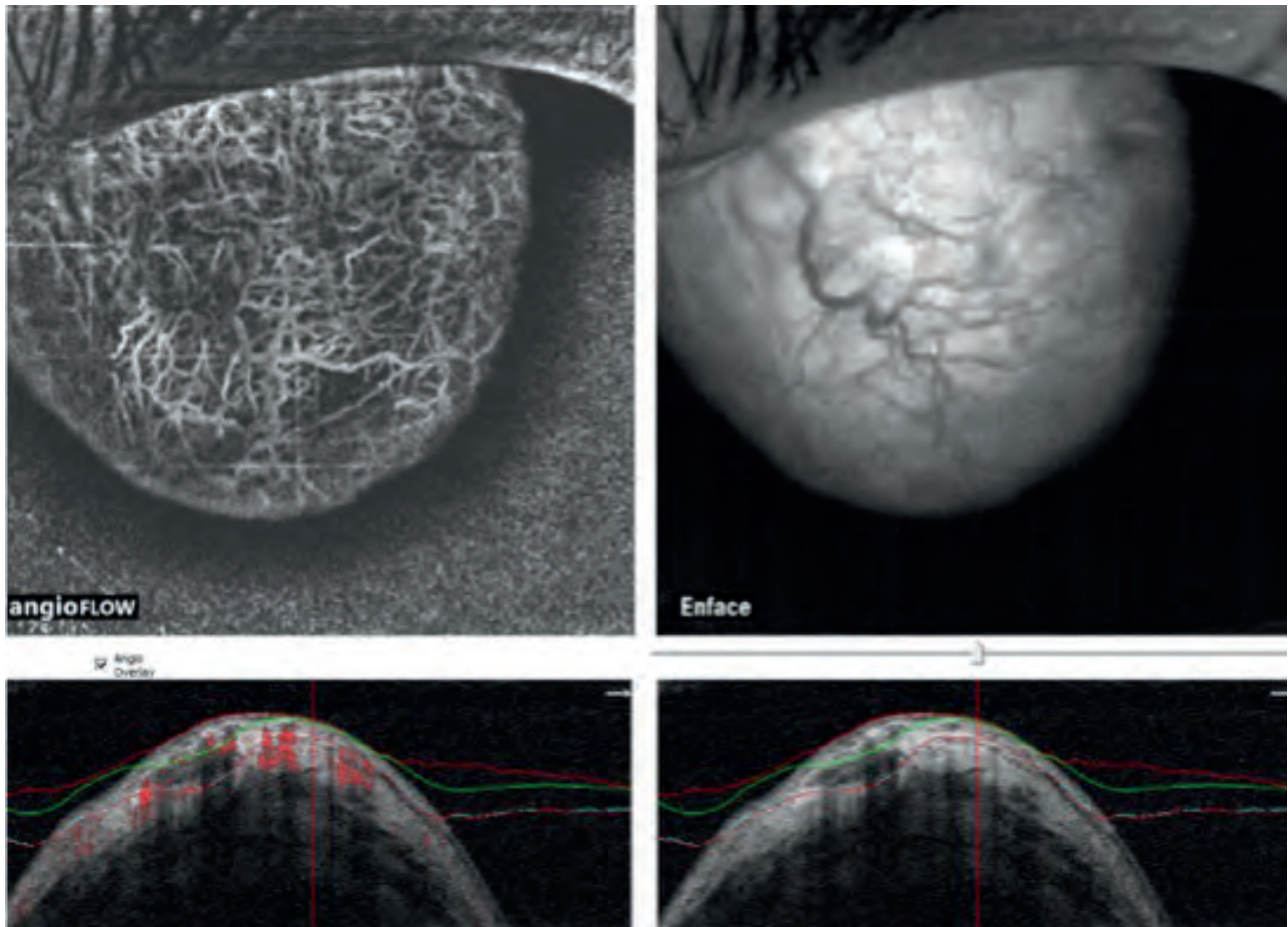


Figure 77 :
Imagerie en angio-OCT d'une bulle fonctionnelle.

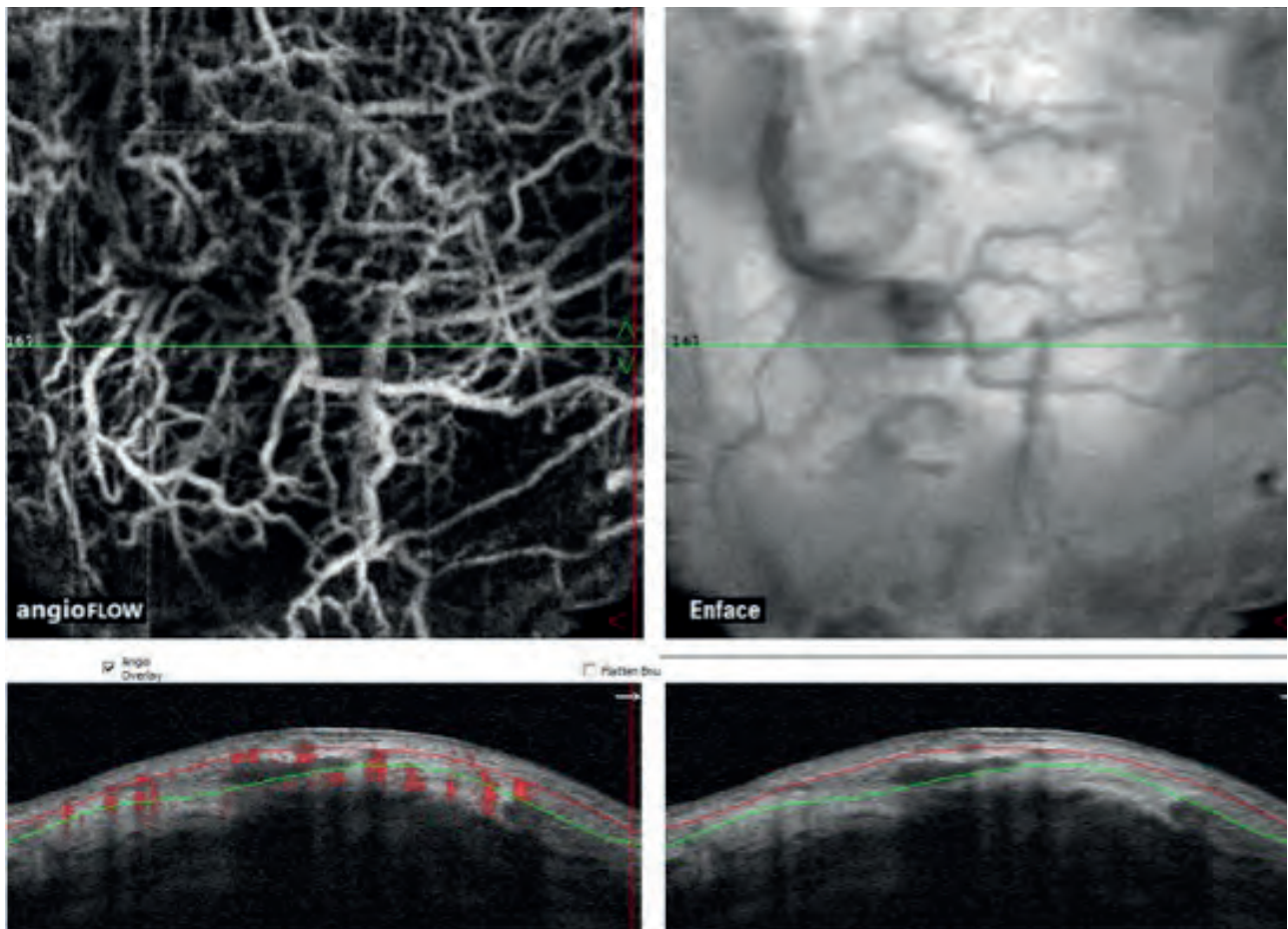


Figure 78 :

Imagerie en angio-OCT d'une bulle en cours de fibrose marquée par une forte vascularisation.

Nouveaux développements de l'imagerie :

une visualisation directe des vaisseaux, du trabéculum et du canal de Schlemm

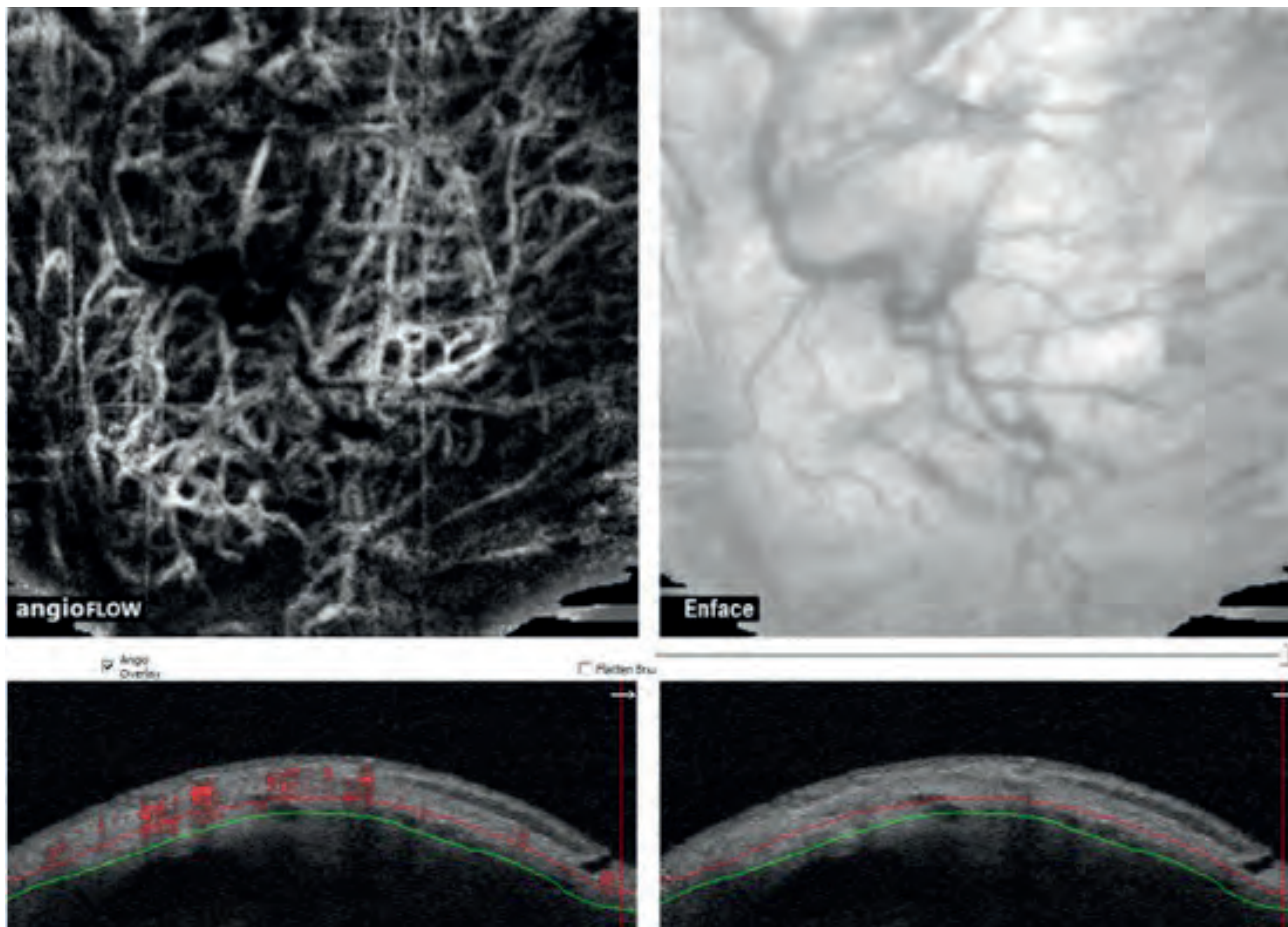


Figure 79 :

Imagerie en angio-OCT de la même bulle dans un plan plus profond. L'entrelacs vasculaire est évocateur d'une fibrose en cours de constitution.

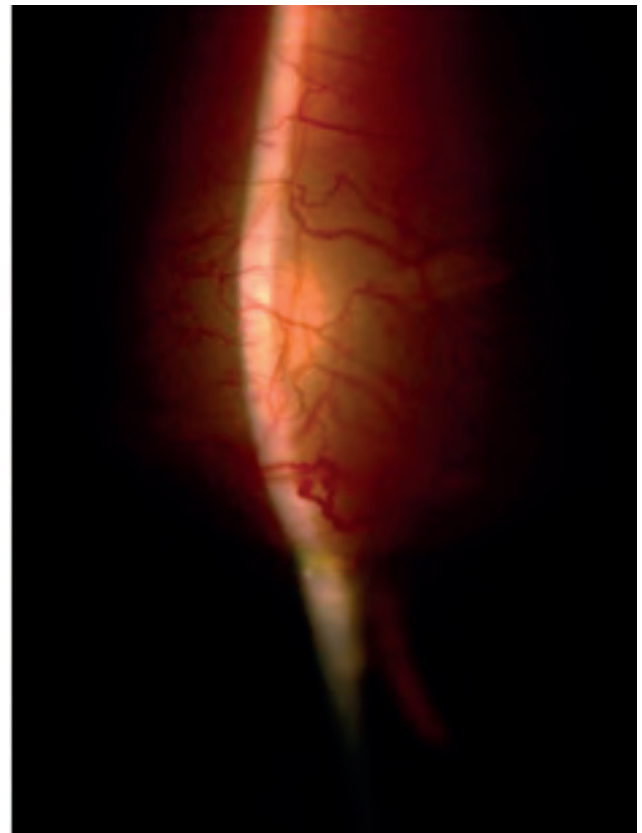
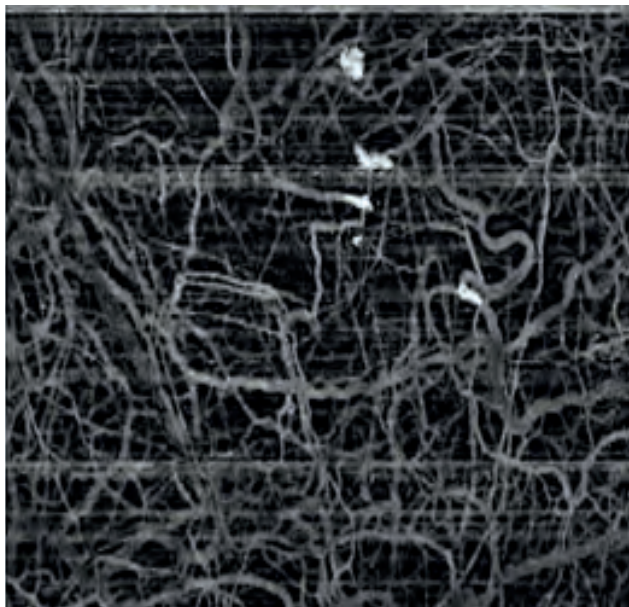
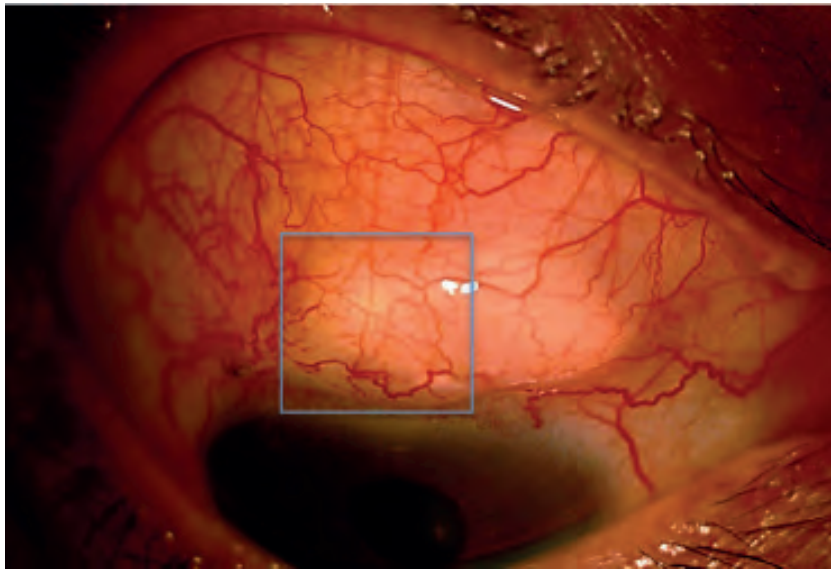


Figure 80 :
Imagerie en angio-OCT d'une bulle fibrosée à 3 mois post-opératoires.

Nouveaux développements de l'imagerie :

une visualisation directe des vaisseaux, du trabéculum et du canal de Schlemm

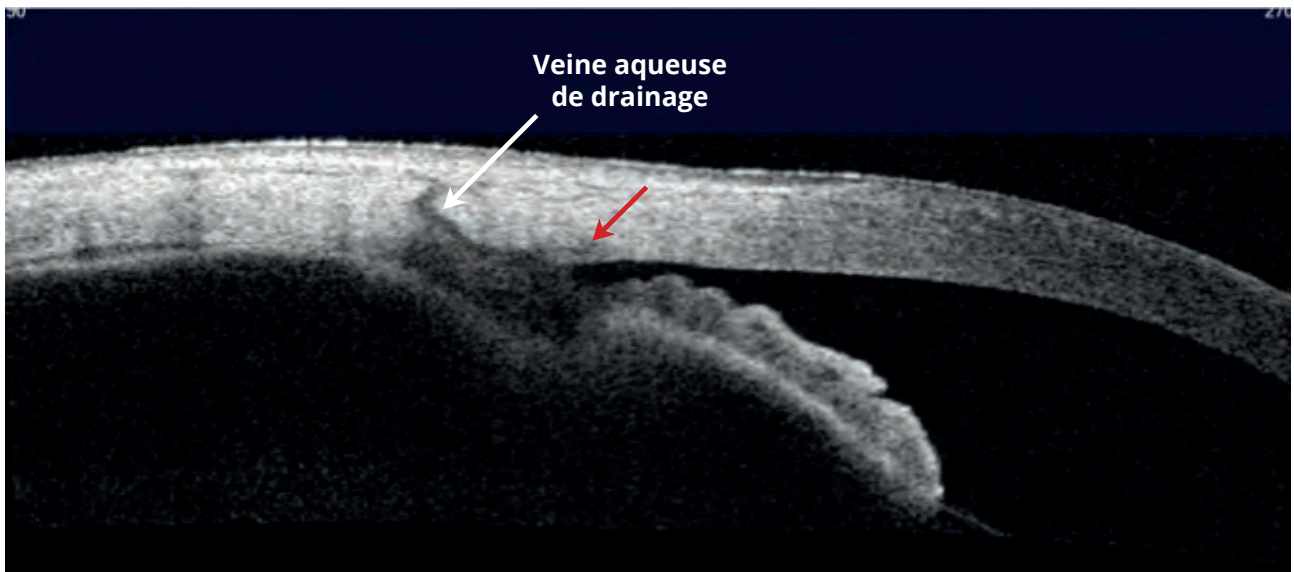


Figure 81 :

Imagerie en OCT Swept Source de l'angle irido-cornéen permettant de visualiser une veinule de drainage (flèche blanche) et le canal de Schlemm (flèche rouge).

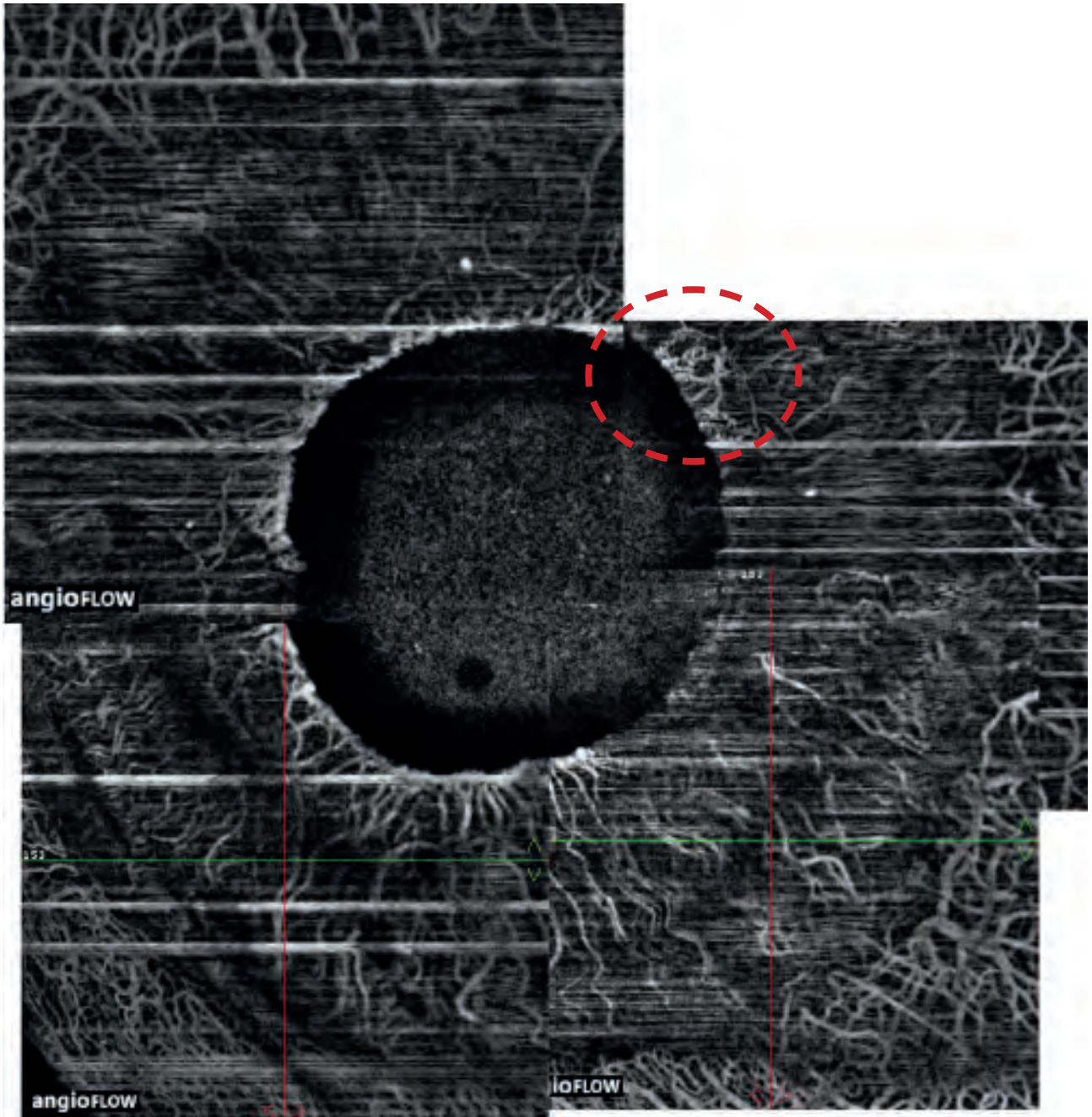


Figure 82 :
Imagerie de l'iris en angio-OCT dans une rubéose irienne.

Nouveaux développements de l'imagerie :

une visualisation directe des vaisseaux, du trabéculum et du canal de Schlemm

