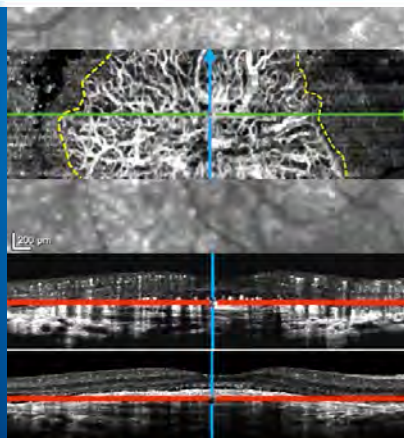


OCT-ANGIOGRAPHIE
Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge

ATLAS OCT-ANGIO



Gabriel Coscas

Marco Lupidi

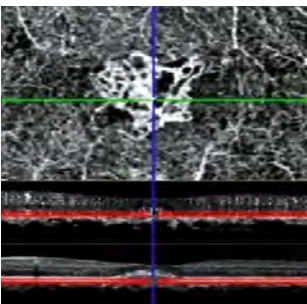
Florence Coscas

.....
(Paris, Créteil, Pérouse)

ATLAS

D'OCT-ANGIOGRAPHIE

et Dégénérescence Maculaire Liée à l'Age



Depuis plus de 50 ans, avec l'introduction de l'angiographie à la fluorescéine, puis plus récemment, celui de la Tomographie en Cohérence Optique (OCT) l'imagerie du fond d'œil a connu un développement exceptionnel et a permis de considérables progrès pour le diagnostic en routine clinique.

Une nouvelle étape est actuellement en cours de développement avec l'OCT-Angiographie (OCT-A).

Le concept initial de l'OCT-A est que, pour un œil immobile, les seules structures animées au fond d'œil sont liées au flux circulatoire des éléments figurés du sang.

L'OCT-Angiographie génère un contraste bien différencié entre les cellules circulantes et les tissus statiques de voisinage, est créé et génère un signal de "décorrélation" qui rend visibles, en trois dimensions, les vaisseaux rétiniens et choroïdiens et ceci, sans injection d'un colorant.

Ainsi, l'OCT-Angiographie vient prendre un rôle déterminant pour l'identification des vaisseaux anormaux et des néovaisseaux rétiniens ou choroïdiens et des anomalies de perfusion éventuelles.

Cette nouvelle avancée va permettre ainsi un diagnostic rapide et facilement effectué, ainsi que des décisions thérapeutiques rapides au cours du suivi post thérapeutique, qui pourra devenir plus fréquent, efficace et très bien toléré.



Gabriel Coscas

Marco Lupidi

Florence Coscas

(Paris, Créteil, Pérouse)

ISBN 978-2-91-628774-4



9 782916 287744

GRATUIT

ATLAS

OCT-ANGIOGRAPHIE

DANS LA DMLA

CONFONTATIONS
AVEC L'IMAGERIE MULTIMODALE

**TOMOGRAPHIE EN COHÉRENCE OPTIQUE - ANGIOGRAPHIE
DANS LA DÉGÉNÉRESCENCE MACULAIRE LIÉE A L'ÂGE**

ATLAS

OCT-ANGIOGRAPHIE

DANS LA DMLA

**CONFONTATIONS
AVEC L'IMAGERIE MULTIMODALE**

Gabriel COSCAS

Marco LUPIDI, Florence COSCAS

(Paris, Créteil, Pérouse)

*Ouvrage réalisé avec l'aide et la générosité de la
FONDATION PAULETTE DARTY, Fondation de France.*

Auteurs

Gabriel COSCAS

Professeur Emérite des Universités
Hôpital de Créteil. Département d'Ophtalmologie de Créteil
Université Paris XII, Val de Marne - France
Centre d'Exploration Ophtalmologique de l'Odéon, Paris
Email: gabriel.coscas@gmail.com

Marco LUPIDI

Medical Retina Research Fellow
Department of Biomedical and Surgical Sciences, Section of Ophthalmology,
"S. Maria della Misericordia" Hospital
University of Perugia, Perugia, Italy
Centre d'Exploration Ophtalmologique de l'Odéon, Paris
Email: dr.marco.lupidi@gmail.com

Florence COSCAS

Praticien Hospitalier
Hôpital de Créteil. Département d'Ophtalmologie de Créteil
Université Paris XII, Val de Marne - France
Centre d'Exploration Ophtalmologique de l'Odéon, Paris
Email: coscas.f@gmail.com

Sommaire

CHAPITRE I : INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE II : ASPECTS TECHNIQUES	13
CHAPITRE III : OCT-ANGIOGRAPHIE (SPECTRALIS*) CHEZ LES SUJETS NORMAUX.....	25
CHAPITRE IV : ANALYSE DES IMAGES EN OCT-ANGIOGRAPHIE.....	41
CHAPITRE V : CAS CLINIQUE N° 1 - NEOVAISSEAUX DE TYPE MIXTE TYPE I + TYPE II : MINIMALLY CLASSIC	49
CHAPITRE VI : CAS CLINIQUE N° 2 - NVC TYPE I ACTIF SOUS EPITHELIAUX OU OCCULTES	65
CHAPITRE VII : CAS CLINIQUE N° 3 - NVC TYPE 1 ACTIF PERSISTANCE.....	77
CHAPITRE VIII : CAS CLINIQUE N° 4 - NVC TYPE I PERSISTANCE.....	89
CHAPITRE IX : CAS CLINIQUE N° 5 - NVC TYPE I QUIESCENTS OU RECIDIVANTS	101
CHAPITRE X : CAS CLINIQUE N° 6 - NVC TYPE I QUIESCENTS	113
CHAPITRE XI : CAS CLINIQUE N° 7 - NVC TYPE I PERSISTANCE-RECIDIVE.....	125
CHAPITRE XII : CAS CLINIQUE N° 8 - FORME ATROPHIQUE.....	137
CONCLUSION	149

CHAPITRE I

Introduction

Introduction

Une nouvelle méthode d'examen en OCT, permettant de visualiser l'ensemble de l'arbre vasculaire rétinien et choroïdien, **sans injection intraveineuse de colorant**, simplement et grâce à un nouveau logiciel, a été récemment présentée.

La plupart des Ophtalmologistes en ont eu les premiers échos. Il s'agit d'un nouveau bond en avant de la technologie OCT qui va permettre à chaque clinicien de disposer très facilement d'une **photographie instantanée** des vaisseaux et des capillaires rétiniens et/ou des néo vaisseaux choroïdiens.

Cette image s'ajoute à l'image d'OCT classique, qui peut mettre en évidence les lésions des couches sensorielles externes et les accumulations de fluides. Cette nouvelle imagerie devient ainsi « une imagerie instantanée », aisée, rapide et non invasive qui s'annonce très prometteuse, en particulier dans la DMLA.

La DMLA est la principale cause de baisse visuelle, dans les pays industrialisés, pour les personnes âgées de plus de 50 ans. ^{1, 2} La DMLA exsudative est une forme évoluée de Maculopathie liée à l'âge, est la principale responsable des baisses de vision de la DMLA.³

Le signe clinique essentiel en est l'apparition et la présence of de vaisseaux sanguins anormaux, néoformés et connus sous le nom de «*néo vaisseaux choroïdiens*» (NVC), qui pren-

nent naissance au niveau de la choroïde et prolifèrent essentiellement entre la Membrane de Bruch (MB) et l'Épithélium Pigmentaire (EP) [*NVC sous épithéliaux ou occultes ou de Type 1*] ou vers l'espace sous rétinien [*NVC pré-épithéliaux ou visibles ou de Type 2*].

Cette prolifération de NVC peut s'accompagner d'hémorragies, d'exsudation avec accumulation de fluides et de fibrose, entraîner des altérations des couches rétinienne externes et une fibrose avec des lésions sévères des photorécepteurs et baisse de vision.⁴

L'angiographie à la fluorescéine constitue depuis 50 ans, la méthode d'imagerie de choix (« gold standard ») pour l'analyse du lit vasculaire et capillaire. C'est aussi l'imagerie qui a été la plus employée pour le diagnostic, le type, la localisation et le suivi des NVC. Elle a permis de reconnaître et de classer ces NVC en «pré-épithéliaux, sous-épithéliaux ou mixtes».

L'angiographie en vert d'indocyanine, d'autre part, peut permettre d'analyser l'extension du réseau néo-vasculaire, grâce à la possibilité d'obtenir ainsi des images des structures sous épithéliales.⁵

La Tomographie en Cohérence Optique (OCT), en particulier en Spectral Domaine (SD-OCT), a déjà révolutionné l'approche diagnostique dans la DMLA.

Depuis 20 ans, l'OCT s'est formidablement développée comme une méthode non invasive d'imagerie et de diagnostic médical, véritable « **biopsie Optique** » des microstructures de la rétine.

L'OCT a permis de mettre en évidence des **signes d'activité** (Points hyper-réfectifs et Zones denses), des altérations des **couches externes** (ELM et Ellipsoid), de grande valeur pronostique pour les photorécepteurs et la vision.

Le SD-OCT permet de définir la morphologie du complexe fibro-vasculaire et ses conséquences exsudatives avec **accumulation de fluides** sous et intra-rétiniens et augmentation d'épaisseur rétinienne, fournissant ainsi un test d'efficacité thérapeutique, facile à suivre et à interpréter, qui a prouvé fiabilité.⁶

Le mode OCT «En Face», a initialement été utilisé pour détecter le trajet hyper-réfectif des néo vaisseaux choroïdiens (NVC) au sein d'un décollement de l'épithélium pigmentaire⁷ ; il est actuellement utilisé en C-scan de référence pour l'Angio-OCT.

L'OCT-ANGIOGRAPHIE (OCT-A), est aujourd'hui, une nouvelle avancée, permettant d'obtenir une visualisation précise et claire, en 3 dimensions, de la micro vascularisation rétinienne⁸ et choroïdienne.⁹

La méthode été très brillamment présentée sur le plan clinique par **David Huang**, par **James**

Fujimoto et leurs Collaborateurs, dans plusieurs publications⁹ et à l'occasion de la Journée d'Imagerie qui a précédé le Congrès de l'ARVO 2014 à Orlando.

L'OCT-Angiographie repose sur un **concept nouveau** : sur un œil immobile et grâce à des images à cadence très rapide, les seules **structures mobiles** au fond d'œil, sont les éléments figurés du sang circulant, au sein des vaisseaux.

En calculant la «décorrélation» de l'amplitude du signal, à partir de B-scans, répétés et consécutifs de la même section, un contraste est ainsi généré, différenciant les cellules circulantes et les tissus immobiles de voisinage.

Ceci se traduit en un « **signal** » d'intensité variable et rend **visible**, en trois dimensions, **l'arbre vasculaire** et les couches vasculaires rétiniennes et choroïdiennes, sous forme d'un signal de densité variable selon la vitesse du débit circulatoire.⁹

L'OCT-Angiographie ne nécessite pas d'injection intraveineuse de colorant (tels que fluorescéine ou vert d'indocyanine), évitant ainsi tout risque potentiel d'intolérance.^{10;11}

Dans cet Atlas, notre objectif est de montrer les possibilités de l'OCT-A pour la détection, la définition du type, l'évaluation de l'activité des néo vaisseaux et la possibilité de guider les indications thérapeutiques au cours de la DMLA exsudative.

RÉFÉRENCES

1. **Bressler NM.** Age-related macular degeneration is the leading cause of blindness. *JAMA* 2004; 291(15): 1900–1901.
2. **WongTY, Wong T, Chakravarthy U, et al.** The natural history and prognosis of neovascular age-related macular degeneration: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Ophthalmology* 2008; 115(1): 116–126.
3. **Ferris FL III, Fine SL, Hyman L.** Age-related macular degeneration and blindness due to neovascular maculopathy. *Arch Ophthalmol* 1984; 102:1640–2.
4. **Ambati J, Ambati BK, Yoo SH, et al.** Age-related macular degeneration: etiology, pathogenesis, and therapeutic strategies. *Surv Ophthalmol* 2003; 48:257–93.
5. **Sulzbacher F, Kiss C, Munk M, et al.** Diagnostic evaluation of type 2 (classic) choroidal neovascularization: optical coherence tomography, indocyanine green angiography, an fluorescein angiography. *Am J Ophthalmol* 2011; 152(5): 799-806 e1.
6. **Coscas G, Coscas F, Vismara S, et al.** OCT in AMD. *Springer* 2009. P 159-166.
7. **Coscas F, Coscas G, Querques G, Massamba N, Querques L, Bandello F, Souied EH.** En Face enhanced depth imaging optical coherence tomography of fibro vascular pigment epithelium detachment. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012, 28; 53:4147-51.
8. **Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ.** Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol.* 2015 Jan 1; 133(1): 45-50.
9. **Jia Y, Bailey ST, Wilson DJ, et al.** Quantitative optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2014; 121(7): 1435-44.
10. **Yannuzzi LA, Rohrer KT, Tindel LJ, et al.** Fluorescein angiography complication survey *Ophthalmology.* 1986 May; 93(5): 611-7.
11. **Su Z, Ye P, Teng Y, et al.** Adverse reaction in patients with drug allergy history after simultaneous intravenous fundus fluorescein angiography and indocyanine green angiography. *OculPharmacolTher* 2012; 28(4): 410-3.

CHAPITRE II

OCT-ANGIOGRAPHIE

ASPECTS TECHNIQUES

OCT-ANGIOGRAPHIE : ASPECTS TECHNIQUES

L'OCT-ANGIOGRAPHIE (OCT-A) est une nouvelle méthode, prometteuse, qui permet de visualiser la vascularisation rétinienne et les couches vasculaires choroïdiennes dans la région maculaire.

L'avantage particulier de l'OCT-A sur l'angiographie à la fluorescéine (AF) traditionnelle est qu'elle fournit des informations fonctionnelles en profondeur, en 3 dimensions (3D), sur le flux sanguin, dans les vaisseaux.

Par comparaison, l'angiographie à la fluorescéine fournit seulement des images bidimensionnelles (2D), qui superposent toutes les couches vasculaires rétinienne perfusées, dans la rétine et dans la choroïde.

Les images en OCT-A, en C-Scan, (coupes transverses) apparaissent souvent semblables aux images en AF mais avec des informations supplémentaires. Ainsi, pour une interprétation correcte des images, il est important de comprendre les différences entre les deux modalités.

Origine des OCT-Angiogrammes

L'OCT-A est basé sur le concept que dans un œil stable, les *seules structures mobiles* au fond d'œil sont les éléments du sang circulant dans les vaisseaux.

Un *contraste est généré* en faisant apparaître une différence entre les éléments circulants (mobiles) dans les vaisseaux et les tissus immobiles d'environnement.

Les sources essentielles de mouvements, au cours de l'acquisition des scans en OCT sont les mouvements du patient et du globe oculaire et les mouvements engendrés par la circulation du sang.

Les mouvements du patient concernent tous les mouvements tissulaires par rapport à l'appareil d'OCT, aussi bien les mouvements oculaires que les mouvements de la tête eux-mêmes.

Si ces mouvements d'ensemble sont suffisamment compensés, la circulation sanguine devient la source prédominante d'altérations survenant au cours du temps, dans les scans OCT.

Mouvements causés par le sang circulant

Pour visualiser le flux sanguin, les sections ou scans OCT peuvent être utilisés en se basant sur la détection de modifications au cours du temps, dans une séquence de scans OCT.

Pour éviter la survenue de tout artefact, une séquence de B-Scan (coupes longitudinales) en OCT, pour détecter le flux sanguin, doit être relevée exactement au même endroit de la rétine.

Les artefacts éventuels peuvent être dus aux erreurs de positionnement du scan, par exemple celles causées par les micro-saccades oculaires normales. Ces micro-saccades surviennent habituellement à environ toutes les 300 ms (bien plus court que le temps normal d'acquisitions de volume de scans OCT, avec une résolution satisfaisante et un champ d'examen suffisant, qui prennent habituellement 2 à 3 secondes).

Le Système d'Eye Tracking

Un système d'Eye tracking actif (TruTrack™) constitue de ce fait, une méthode très fiable pour l'acquisition de scans en volume OCT, sans avoir des artefacts liés aux mouvements. Cette méthode d'Eye Tracking est basée sur des acquisitions simultanées de l'image du fond d'œil et des images en OCT.

Ceci permet d'obtenir et de contrôler d'une manière continue, en temps réel, la qualité des données en OCT pendant l'examen. Ce processus permet que seules soient conservées des images de qualité en OCT.

Ainsi, en routine clinique, le médecin (et/ou le technicien ou le photographe) n'aura pas à envisager des examens répétés chez un patient dans les cas où des mouvements de la tête ou des yeux ou des clignements seraient survenus pendant l'acquisition des images.

Ce système «TruTrack» aide d'une manière significative à améliorer le *ratio signal sur bruit*.

Algorithme de decorrelation en full spectrum amplitude

Un algorithme de décorrélation en «Full Spectrum Amplitude» peut ainsi être utilisé grâce à ce système d'Eye Tracking. Ceci va garantir une distinction claire entre le flux sanguin et les tissus stables de voisinage, sans avoir à sacrifier la résolution axiale (c'est-à-dire la résolution en profondeur) des images en OCT.

De très fines couches de réseau vasculaire dans des sections en C-Scan peuvent, de la sorte, être obtenues et être distinctes.

L'effet des mouvements dans le sens axial (c'est-à-dire si le patient se déplace vers la caméra) doit être lui aussi, compensé. L'approche est ici d'aligner géométriquement les B-Scan successifs avant d'effectuer l'analyse des modifications en fonction du temps. Celle-ci est effectuée pendant l'acquisition des scans OCT.

Le flux sanguin peut, dans ce cas, être identifié même si des mouvements importants de la tête et/ou des yeux surviennent pendant l'acquisition.

L'OCT-A, avec un système d'Eye Tracking actif et un bon alignement des B-Scan, permet d'obtenir dans l'ensemble, la bonne définition souhaitée et la précision géométrique. Pour obtenir une bonne résolution des angiographies en OCT, des volumes en OCT doivent être obtenus et chaque B-Scan isolé de ce protocole de volume *doit rester de bonne qualité, d'une manière constante*.

Segmentation des couches tissulaires

Les images d'OCT-Angiographie «en Face» fournissent des informations sur le flux détecté sur les **sections transverses ou en C-Scan**. Ces sections en C-Scan peuvent être déplacées à différentes profondeurs au sein d'un ensemble de volumes.

Pour mettre en évidence le flux sanguin dans les différentes couches vasculaires anatomiques, rétinienues et choroïdiennes, les structures des diverses couches de tissus doivent être identifiées et segmentées.

La précision de cette segmentation des couches tissulaires est cruciale pour obtenir des images OCT-A fiables et qui nécessitent des B-Scan en OCT de *haute résolution*. Celle-ci peut être obtenue à travers une segmentation *automatique ou manuelle*.

La segmentation automatique fournit au clinicien une méthode particulièrement rapide pour mettre en évidence le signal de décorrélation dû à l'existence de structures vasculaires perfusées dans tous les angiogrammes en OCT.

Une segmentation automatique est particulièrement utile comme première analyse mais elle peut aussi comporter certaines erreurs potentielles de segmentation (particulièrement au cours d'affections avec des altérations maculaires accentuées) et pourrait faire apparaître,

sur le même plan, des structures qui en fait appartiennent à diverses couches.

Une segmentation manuelle peut être obtenue grâce au software existant (*Spectralis*, Software Version 6.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) qui permet une correction manuelle de toutes les limites et d'éviter la plupart des d'erreur de segmentation.

La segmentation manuelle demande effectivement quelques secondes de plus que les techniques automatisées mais elle permet une analyse beaucoup plus précise et beaucoup plus reproductible.

Cette segmentation manuelle est basée à la fois sur la possibilité de sélectionner l'épaisseur des sections en C Scan et de donner à ces sections le profil le plus souhaitable (en général, la Limitante Interne ou l'Épithélium Pigmentaire ou encore la Membrane de Bruch). Les **coupes minces** autorisent une analyse spécifique très précise de chacune des couches de la rétine.

Conclusion

L'OCT-Angiographie est une avancée prometteuse par rapport à l'imagerie multimodale conventionnelle. L'OCT-A fournit des informations fonctionnelles complémentaires sur le flux sanguin ainsi que sur les détails structurels obtenus avec l'OCT standard. L'interprétation de l'OCT-A- associé à des scans OCT standard doit être effectuée sur **des images simultanées des B-scan et des C-scan**.

PROTOCOLE D'ACQUISITION DES IMAGES

OCT-ANGIOGRAPHIE (SPECTRALIS*)

PROTOCOLE D'ACQUISITION

OCT-ANGIOGRAPHIE Spectralis* : l'acquisition des images.

Le concept essentiel concernant l'OCT-Angiographie (OCT-A) repose sur le fait que, dans un œil immobile, la seule structure mobile au fond d'œil est le sang et ses éléments figurés, circulant dans les vaisseaux.

L'OCT-A génère ainsi un contraste, en trois dimensions, différenciant les cellules circulantes et les tissus immobiles de voisinage, sans injection intraveineuse de colorant. L'amplitude du signal renvoyé par les éléments mobiles, varie rapidement avec le temps.

En calculant la «décorrélation» d'amplitude du signal à partir de B-scans repérés consécutifs, sur la même section, un contraste entre les tissus immobiles et les tissus mobiles, est créé et génère un signal vasculaire de décorrélation qui permet la visualisation de la vascularisation rétinienne et choroïdienne en trois dimensions¹⁻².

Le prototype «Spectralis» OCT2^e (Spectralis, Heidelberg Engineering, Germany) a été utilisé pour l'acquisition des images.

Ce prototype est capable d'obtenir 70,000 A-scans par seconde, avec une résolution de 7 µm sur le plan axial et de 14 µm latéralement à une profondeur de 1,9 mm dans le tissu.

La puissance de la lumière utilisée est dans les normes de l'*American National Standards Institute safety limit*.³

Un algorithme d'amplitude de décorrélation, mis au point par Heidelberg Engineering (Heidelberg, Germany) est applicable à un volume examiné, d'une surface de «15° x 5°» ou de « 15° x 10°» (4,3 x 1,5 mm ou 4,3 x 2,9 mm), composé d'un nombre variable de B-Scans (de 151 à 261 respectivement) et à une distance de 11 µm chaque.

Ce système prototype permet, grâce à l'utilisation de l'**Automated Real Time (ART)** de faire varier le nombre d'images par scan, pour obtenir une image moyenne, pour améliorer la qualité de chaque B-scan isolé et d'améliorer le *ratio signal-sur-bruit*.

Les B-scan en OCT sont générés par décorrélation entre les B-scans standard, acquis consécutivement et au même endroit. La décorrélation entre chaque B-scan et le suivant, pris au même endroit, est analysée pour obtenir un B-scan en OCT-A.

Le C-scan (« en face » ou transverse) ainsi obtenu en OCT dérive automatiquement de ces B-scans. La mode ART associé à la distance réduite entre 2 B-scans consécutifs (11 µm) permet d'obtenir la meilleure résolution des C-scan.

Chaque OCT est obtenu simultanément avec le B-Scan standard : ainsi, est obtenue la visualisation, à la fois des aspects fonctionnels et morphologiques.

Un algorithme de segmentation automatique, à la fois pour les couches rétinienne et choroïdienne existe avec le software d'OCT-A (*Heyex Software Version 1.9.201.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany*) et peut être utilisé en routine clinique et en dépistage.

Cependant, une segmentation manuelle spécifique permet de modifier l'épaisseur, la forme et la localisation de chaque C-scan, pour une analyse spécifique et plus précise, dans tous les cas d'altérations maculaires rétinienne / choroïdiennes notables ou accentuées.

L'épaisseur de chaque C-Scan peut aussi être modifiée pour analyser des «coupes de tissu» d'épaisseur constante, à différents niveaux de la rétine ou de la choroïde. Cette méthode permet une analyse précise de toutes les structures comprises au sein de chaque «section « sur les images visualisées en «en Face».

Des C-Scans, segmentés tous les 30 µm, alignés sur le profil de l'EP, sont obtenus manuellement (par les Auteurs). Ils sont localisés d'abord immédiatement au-dessus de l'EP, puis progressivement déplacés en profondeur, par paliers de 30 µm chacun, jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale.

Une *section transverse* (cad non alignée sur une couche rétinienne) peut aussi être choisie, dans le but de diminuer les artefacts, possiblement dus à des erreurs de segmentation.

Il est important de débiter les analyses au dessus de la bande de l'EP du fait que, dans un œil normal, cette bande de l'EP ne comporte pas de couche vasculaire. De ce fait, il n'y a normalement pas de flux sanguin ni de signal vasculaire

de décorrélation à ce niveau des couches externes, en OCT-A.

En cas de doute, ou de NVC de Type II ou d'anastomose chorio-rétinienne (ACR), l'analyse des sections de 30 µm chacune, devra être étendue à l'ensemble de l'épaisseur de la rétine et de la choroïde et dépasser celle qui est habituellement effectuée depuis le dôme de l'EP jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale.

Les OCT B-scan and C-scan standard, enregistrés simultanément vont fournir des informations utiles, essentiellement pour identifier le **niveau spécifique** auquel chaque C-scan en OCT-A est analysé.

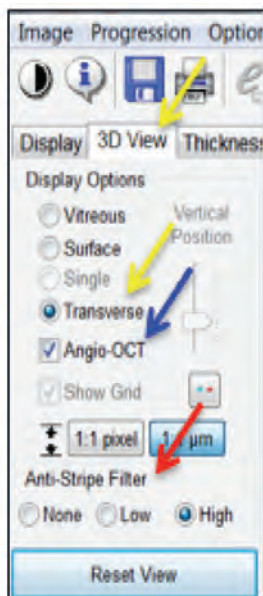
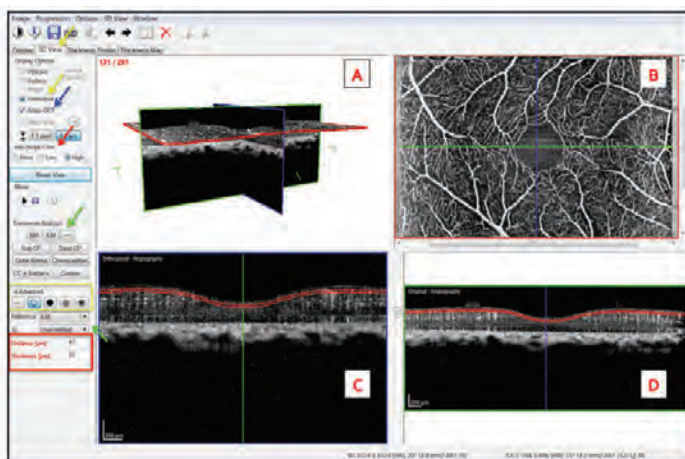
Ceci fournira simultanément, des indications supplémentaires sur la présence de **signes d'activité des NVC**, tels que l'accumulation de fluides sous rétinien ou dans des cavités cystoïdes.

Mieux encore, ils permettront de guider la recherche et la détection de certaines variantes de DMLA exsudative, tels les Polypes ou les ACR.

RÉFÉRENCES

1. Jia Y1, Bailey ST1, Wilson DJ1, et al. Quantitative optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2014 Jul;121(7):1435-44.
2. Moul E, Choi W, Waheed NK, Adhi M et al. Ultrahigh-speed swept-source OCT angiography in exudative AMD. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2014 Nov-Dec;45(6):496-505.
3. American National Standards for safe use of Lasers, ANSE Z136. Orlando, FL: laser Institute of America; 2007:1-2007.

VISUALISATION DE L'ECRAN EN OCT-ANGIOGRAPHIE



L'image sus-jacente met en évidence l'aspect d'imagerie d'angiographie OCT en Spectralis Software Heyex (Heyex Software version 1.9.201.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg Germany).

Cette image de l'écran comporte quatre photos qui peuvent être obtenues en sélectionnant la zone « 3D view », à la partie supérieure de l'écran et simultanément en sélectionnant le mot « Transverse » dans les options d'affichage (Flèche jaune).

L'image A est une visualisation combinée des trois autres plans (B, C, D) et des relations spatiales entre ces différents plans.

L'image B est une visualisation d'OCT-Angiographie, « En Face », montrant dans ce cas le plexus capillaire superficiel chez un sujet normal.

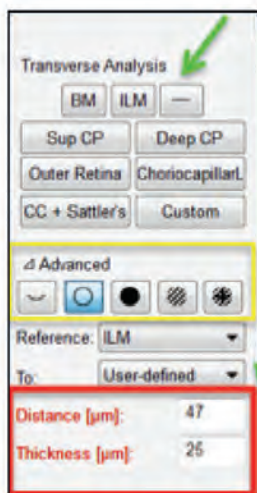
ciel chez un sujet normal.

Les deux lignes, l'une horizontale (verte) et l'autre verticale (bleue) identifient la position exacte des deux B-scan mis en évidence dans les images C et D.

L'image C (orthogonale) et D (originale) sont deux éléments en B-scan d'un volume unique sur des dimensions 15 degrés X 10 degrés, centré sur la région maculaire.

La flèche bleue indique le mode Angio-OCT dans ce cas. (en dé-sélectionnant cette option, les mêmes images sont mises en évidence et sont montrées dans le mode traditionnel d'un OCT).

La flèche rouge souligne et met en évidence le « filtre anti-strips » (anti stripes filter) ; ce qui est un système utile pour diminuer le bruit de l'image.



La possibilité de sélectionner une segmentation automatique plutôt qu'une segmentation manuelle soit mise en évidence par les flèches vertes.

Certaines sections en C-scan (c'est à dire le Plexus Capillaire Superficiel, les Couches Rétiniennes Externes, la Choriocapillaire) peuvent être obtenues par une segmentation automatique.

D'autres éléments peuvent être obtenus par l'opérateur dans un système entièrement adaptable

La même épaisseur de C-scan et la distance à partir d'une structure donnée (carré rouge) peuvent être sélectionnées par le clinicien ou par le photographe dans le bit de mettre en évidence clairement tous éléments inclus dans un B-scan préétabli.

Finalement, avec les fonctions avancées (carré jaune) il existe aussi la possibilité de modifier le contraste d'un C-scan donné, dans le but de souligner certaines structures avec un signal de décorrélation ou pour, au contraire, souligner les zones hypo-intenses de voisinage

Le Software de Spectralis (Heyex Software Version 1.9.201.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) mesure la force du signal OCT par un index "Quality Index" (QI) et assigne un nombre exprimé en décibel (dB), allant de 0 (faible qualité) à 40 (excellente qualité).

Cet index de qualité (QI) est influencé par de multiples éléments, tels que la transparence des médias, ou l'expérience du photographe.

Dans ce type d'examen, qui est essentiellement qualitatif, plus la valeur du QI est proche du maximum, plus le Clinicien pourra reconnaître les plus fins détails caractérisant les lésions.

CHAPITRE III

OCT-ANGIOGRAPHIE

SPECTRALIS*

CHEZ LES SUJETS NORMAUX

OCT-ANGIOGRAPHIE SPECTRALIS* CHEZ LES SUJETS NORMAUX

L'imagerie multimodale traditionnelle, comportant l'angiographie à la fluorescéine (AF), l'angiographie en vert d'indocyanine (ICGA) et l'OCT en spectral domain (SD OCT), a permis une meilleure compréhension des aspects physiopathologiques des affections rétinienues et choroïdiennes et avait même permis auparavant d'obtenir des informations sur les structures et l'anatomie normale de la rétine et de la choroïde avec des images presque histologiques.

Mieux encore, les angiographies (AF et ICG) ont fourni des informations dynamiques essentielles sur la perfusion des différentes couches vasculaires et choroïdiennes, y inclus les temps de transit depuis la zone d'injection dans le bras jusqu'au fond d'œil. Ceci a un résultat absolument fondamental pour l'évaluation de toutes les affections vasculaires, rétinienues et choroïdiennes et a permis au clinicien de détecter les affections à leur stade initial et de préciser et soutenir un diagnostic précis et défini.

L'angiographie à la fluorescéine a été généralement acceptée comme étant le « *gold standard* » pour l'imagerie du fond d'œil. C'est la meilleure sinon l'unique méthode pour visualiser le lit capillaire rétinien, ses dilatations ou sa perfusion, particulièrement dans la macula. L'angiographie à la fluorescéine permet au clinicien de détecter l'un des signes principaux : la *diffusion* à partir de vaisseaux anormaux ou de néovaisseaux rétinienues et/ou choroïdiens.

Bien que la fluorescence du colorant injecté permette la visualisation des capillaires rétinienues, il était bien connu que les différentes couches de ce lit capillaire rétinien maculaire,

ne pouvaient pas être visualisées séparément, sur ces images en deux dimensions. Les images d'angiographie à la fluorescéine de la rétine correspondent à l'arrangement anatomique des vaisseaux rétinienues les plus superficiels alors que les couches rétinienues capillaires profondes n'étaient pas clairement visualisées sur les angiographies.^{2,3}

Des images comparatives suggèrent que le réseau capillaire profond de la rétine n'est pas bien visualisé au cours de l'angiographie à la fluorescéine, probablement du fait de certaines diffusions de la lumière au sein de la rétine.⁴ De ce fait, même si l'angiographie à la fluorescéine est le « *gold standard* » pour la visualisation de l'ensemble du lit vasculaire rétinien, un des deux réseaux capillaires essentiels dans la région maculaire ne peut pas bien être mis en évidence en angiographie à la fluorescéine même si la rétine reste un tissu relativement transparent.⁵

Les OCT angiographies (OCT-A) permettent une visualisation en trois dimensions des vascularisations rétinienne⁵ et choroïdienne.⁶ grâce au signal de décorrélation entre les tissus statiques et les tissus mobiles. Les principaux éléments mobiles au sein du fond d'œil sont contenus à l'intérieur des lumières vasculaires, l'obtention d'un signal de décorrélation vasculaire permet donc la visualisation en trois dimensions de ces réseaux.⁷

Mieux encore l'OCT-A ne nécessite pas l'administration d'un colorant intraveineux, réduisant ainsi le risque potentiel d'événement ou de complication.⁸

ANALYSE DE LA VASCULARISATION RÉTINIENNE ET CHOROÏDIENNE CHEZ LES SUJETS SAINS

Anatomie vasculaire rétinienne

En général, les artères nourricières de la rétine interne sont constituées par l'artère centrale de la rétine, qui suit le nerf optique et pénètre à l'intérieur de l'œil, à travers la papille.

L'artère centrale de la rétine se divise ensuite pour former deux branches principales, supérieure et inférieure, et chacune d'entre elles se divise à nouveau pour former les branches supérieures, et inférieures, (nasales et temporales), qui vont fournir la vascularisation des quatre quadrants du fond d'œil. Les vaisseaux veineux rétiens sont distribués d'une manière similaire et se réunissent en une veine centrale de la rétine au niveau de la papille.

De nombreuses variations anatomiques dans cette distribution peuvent être observées dans un fond d'œil normal. Les branches artérielles et veineuses essentielles et leurs divisions successives, en premier et deuxième ordres, sont présentes dans la couche des fibres nerveuses de la rétine, près de la Membrane Limitante Interne.

La circulation artérielle rétinienne est un système circulatoire terminal dans lequel il n'existe aucune communication artério-veineuse ou avec d'autres systèmes artériels. Ainsi, la perfusion d'un quadrant rétinien spécifique provient exclusivement des artères et des veines dirigées dans ce cadran qui vascularisent cette zone (tout au moins dans la distribution la plus fréquente). Tout blocage de la circulation sanguine va entraîner de ce fait des zones

d'ischémie ou d'infarcissement relatifs plus ou moins accentués. Lorsque les artères s'étendent vers la périphérie, elles se divisent à nouveau pour former différents niveaux artériels de diamètre progressivement plus petit jusqu'à ce qu'elles atteignent la région dite ora serrata.

Les branches artérielles rétiennes peuvent se diviser d'une manière dichotomique ou à angle droit. Ces artéioles vont former des ramifications successives puis un réseau de capillaires rétiens dans la partie interne de la rétine allant jusqu'à la limite externe de la couche nucléaire interne et se dirigeant soit vers la périphérie soit vers la zone maculaire.

De nombreuses artéioles maculaires se divisant à partir des artères rétiennes temporales supérieures et inférieures, plongent et suivent un trajet dans la région maculaire pour former le lit capillaire maculaire avec deux plexus capillaires distincts, l'un dans la couche des cellules ganglionnaires (le *plexus capillaire superficiel*), l'autre dans la couche nucléaire interne (le *plexus capillaire profond*).

Généralement, aucun vaisseau ne s'étend plus profondément que la couche nucléaire interne. Les couches rétiennes externes et les photorécepteurs reçoivent donc leur vascularisation, non pas à partir du lit capillaire rétinien mais à partir de la choriocapillaire.

Des artères cilio-rétiennes, provenant des ciliaires postérieures courtes, peuvent pénétrer dans la rétine sur la région temporale de la papille vers la région maculaire.

ANGIOGRAPHIE A LA FLUORESCÉINE CHEZ LES SUJETS SAINS.

Les images d'angiographie à la fluorescéine, dans l'atlas actuel, ont été obtenues grâce à l'utilisation d'un système d'imagerie (*Spectralis HRA2, Heidelberg Engineering, Heidelberg Germany*). Ce système permet de recevoir et d'analyser les lumières provenant seulement d'un plan prédéterminé et, par conséquent, d'éliminer les artefacts (qui pourraient être dus à réflexions ou diffractions) ainsi que les images superposées.

Le lit maculaire capillaire, y compris l'arcade anastomotique péri fovéolaire, peut être visualisé lorsque les milieux oculaires sont clairs et lorsqu'existe un bon contraste. (**Figure 1**)

Cette arcade va délimiter avec précision la *Zone Centrale Avasculaire*.

Dans quelques rares cas, après une mise au point particulièrement précise et spécifique, il pourrait être possible de distinguer certaines différences entre le *plexus capillaire superficiel* et le *plexus capillaire profond* et d'en obtenir des images différentes. Elles nécessiteront toutefois des mises au point successives extrêmement précises.

Des structures particulièrement fines y compris des aspects pathologiques tels que des néo-vascularisations peuvent être clairement visualisées.

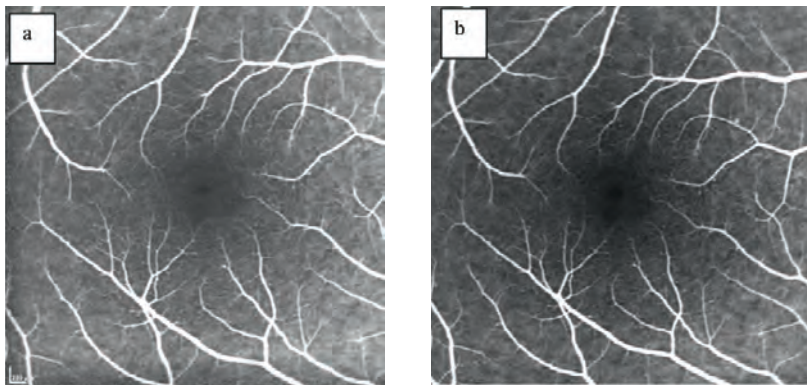


Figure 1 : (a) Angiographie à la fluorescéine à son stade précoce artério-veineux. Les artères et les veines rétiniennes ainsi que les branches à destinée maculaire sont simultanément visibles, bien perfusées, sans aucune anomalie de remplissage. On obtient une bonne visualisation du *plexus capillaire superficiel*, particulièrement dans la région péri fovéale. L'arcade périfovéolaire n'est pas complètement visible sur 360°.

(b) Angiographie à la fluorescéine à une phase précoce artério-veineuse avec une mise au point plus profonde que dans la figure (a), ceci pour obtenir des informations sur les vaisseaux rétiniens profonds. Le *plexus rétinien profond*, même après un effort de mise au point, reste difficilement appréciable du fait des diffusions de la lumière.

OCT-ANGIOGRAPHIE RÉTINIENNE CHEZ LES SUJETS NORMAUX

Tous les examens en OCT Angiographie ont été obtenus avec l'utilisation d'un prototype d'angiographie OCT2 de Spectralis (*Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany*)

Ceci permet d'obtenir 70 000 A-scan par seconde avec une résolution de 7 µm sur le plan axial et de 14 µm sur le plan latéral avec une profondeur d'imagerie de 1,9 mm au sein des tissus.

L'exposition à cette puissance de lumière reste dans les limites de l'American National Standard Institute.⁹

L'angiographie à la fluorescéine traditionnelle et l'OCT-Angiographie ne peuvent pas être comparées d'une manière très précise.

Ceci est dû au fait que les aspects en deux dimensions de l'angiographie à la fluorescéine, dans lesquels toutes les structures vasculaires sont incluses dans la totalité de l'épaisseur rétinienne, sont mis en évidence simultanément.

De ce fait, ce type d'imagerie comporte certaines limites liées à la superpositions des différentes couches de capillaires et liées aussi à la diffusion et à la dispersion de la lumière.

L'OCT-Angiographie, du fait de la nature même de ses qualités tridimensionnelles, permet une visualisation précise des différentes structures comme démontré dans les **figures 5 et 6 a, b**.

Elle permet au clinicien d'évaluer couche par couche l'ensemble des tissus vasculaires rétiens et choroïdiens pour une analyse détaillée de ces réseaux vasculaires.

Le Plexus capillaire superficiel est bien visible en OCT-Angiographie, C-scan de 25 µm d'épaisseur, aligné sur le profil de la Membrane Limitante Interne., au niveau de la couche des cellules ganglionnaires, à 40 µm en dessous de la Membrane Limitante Interne (bien repéré par la ligne rouge sur la **Figure 3 b**).

Les artères sont bien visibles, distinctes des veines par la présence d'un halo hypo intense autour du trajet de l'artère (absence de vaisseaux efférents). Le réseau du *plexus capillaire superficiel* est dense. L'arcade péri fovéolaire est visible sur 360°. (**Figure 3 a, b**)

Le Plexus capillaire profond. est bien visible en OCT-Angio, au niveau de la couche nucléaire interne, à 130 µm au-dessous de la Membrane Limitante Interne (ligne rouge de la figure 4b).

Un réseau capillaire rétinien dense, se développe tout autour de la région péri fovéolaire et correspond au réseau capillaire rétinien profond. *C'est la première fois qu'il devient facile d'examiner in vivo ce réseau* (**Figure 4**)

Les images d'OCT-Angio rendent possible la visualisation du plexus capillaire profond et le distinguent du plexus capillaire superficiel alors que cela n'est guère possible dans les images d'angiographie à la fluorescéine. (**Figure 5 et 6**)

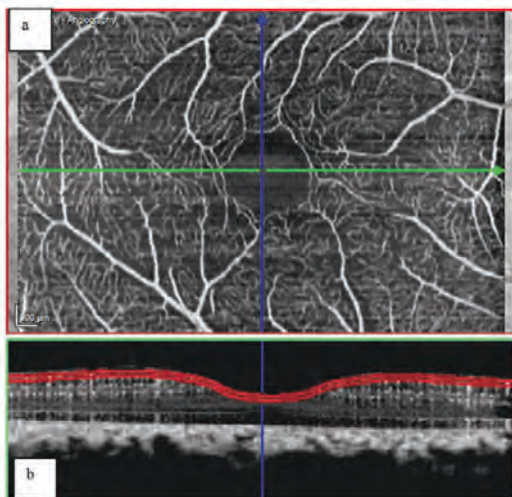


Figure 3 : Plexus capillaire superficiel. OCT angiographie Cscan de 25 μm d'épaisseur aligné sur le profil de la Membrane Limitante Interne.

(a) Le C-scan au niveau de la couche des cellules ganglionnaires, à 40 μm en dessous de la Membrane Limitante Interne (ligne rouge sur la figure 3b. Artères bien visibles, distinctes des veines par la présence d'un halo hypo intense autour du trajet de l'artère (absence de vaisseaux efférents). Réseau du plexus capillaire superficiel très dense. L'arcade péri fovéolaire est visible sur 360°.

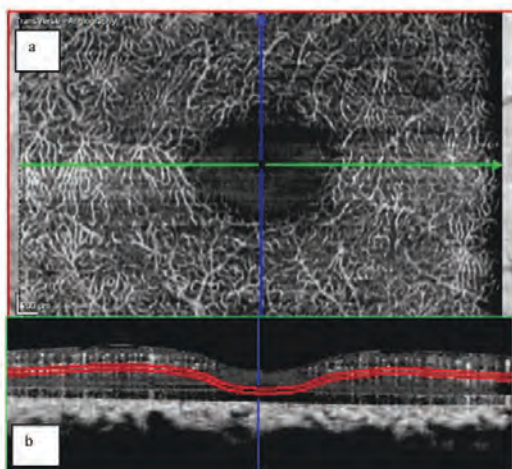


Figure 4 : Plexus capillaire profond. OCT- Angio C-scan de 25 μm d'épaisseur aligné sur le profil de la Membrane Limitante Interne.

(a) Le C-scan est pris au niveau de la couche nucléaire interne, à 130 μm au-dessous de la Membrane Limitante Interne (ligne rouge de la figure 4b). Un réseau capillaire rétinien dense, bien visible, se développe tout autour de la région péri fovéolaire et correspond au réseau capillaire rétinien profond. *C'est la première fois qu'il devient facile d'examiner in vivo ce réseau.*

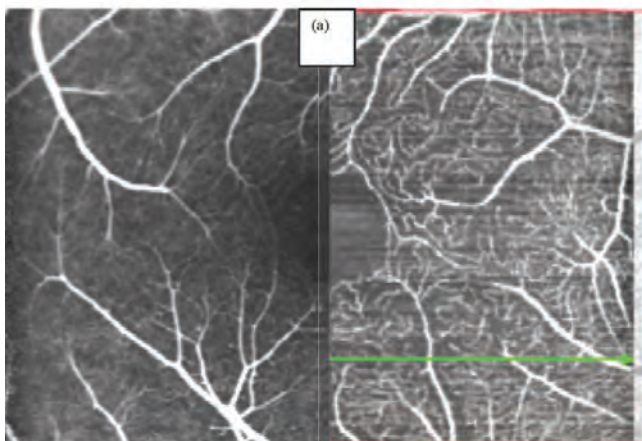


Figure 5 (a) : Confrontation entre l'angiographie traditionnelle(gauche) et l'OCT-Angiographie (droite).
(a) Plexus capillaire superficiel.

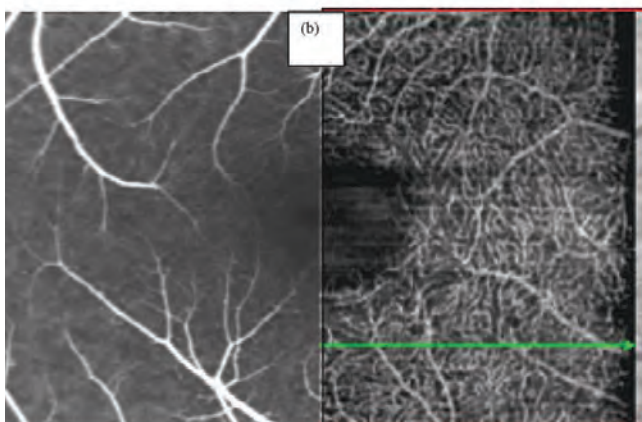


Figure 5 (b) : Confrontation entre l'angiographie traditionnelle(gauche) et l'OCT-Angiographie (droite).
(b) Plexus capillaire profond

ANATOMIE VASCULAIRE CHOROÏDIENNE

Une grande part de la vascularisation oculaire provient de la choroïde qui, elle-même, provient des artères ophtalmiques. Les artères ophtalmiques, proviennent des branches majeures initiales de la carotide interne, habituellement au moment où cette grosse artère traverse la dure-mère.

Les artères ciliaires postérieures qui fournissent la vascularisation de la choroïde et l'artère centrale de la rétine, sont diverses branches des artères ophtalmiques. D'autres branches de ces artères ophtalmiques vont vasculariser les glandes lacrymales, les muscles extra-oculaires, et les paupières.

La choroïde est vascularisée par deux systèmes artériels : Les artères ciliaires courtes (choroïde postérieure) et les artères ciliaires longues postérieures (portion antérieure de la choroïde, iris et corps ciliaire).

Les artères ciliaires postérieures courtes (environ 16 à 20) pénètrent la sclérotique dans une surface circulaire tout autour du nerf optique.

Le cercle de Zinn, une artère annulaire entourant le nerf optique, se forme avec les anastomoses de ces diverses artères au sein de la sclérotique.

Les branches du cercle de Zinn contribuent à la vascularisation des gaines piales du nerf optique au niveau de la lame criblée ainsi que de la couche des fibres optiques de la papille

Les artères ciliaires postérieures (provenant aussi du cercle de Zinn) pénètrent dans la choroïde pour la vascularisation artérielle de l'uvée postérieure. Ces artères se divisent rapidement pour se terminer en une couche vasculaire appelée la **choriocapillaire**, (lit capillaire particulièrement dense qui vascularise les couches postérieures de la choroïde).

Les deux artères ciliaires postérieures longues pénètrent la sclérotique de chaque côté du nerf optique. et commencent à se diviser juste en avant de l'équateur pour la choroïde antérieure, l'iris et le corps ciliaire. En avant de l'équateur, quelques branches se dirigent à nouveau vers la choroïde et se terminent à la choriocapillaire

La choriocapillaire : Ces artères continuent à se diviser pour former la couche très dense de choriocapillaire adjacente à la membrane de Bruch, (acellulaire, localisée sur le côté basal de l'épithélium pigmentaire) avec une lumière vasculaire d'environ 20 μm dans la région maculaire et de 18 à 50 μm à la périphérie.

Les collecteurs veineux provenant de la choriocapillaire quittent le globe oculaire à travers les veines vortiqueuses généralement au nombre de 4 à 7.

Les veines vortiqueuses Les quittent la sclère habituellement au niveau de l'équateur après avoir formé une ampoule au niveau de la sclérotique interne. **Les veines vortiqueuses** se drainent vers les veines ophtalmiques supérieures et inférieures

ANGIOGRAPHIE EN VERT D'INDOCYANINE CHEZ LES SUJETS SAINS

L'angiographie en vert d'indocyanine (ICG) a été proposée pour faciliter la compréhension et l'interprétation des images de la vascularisation choroïdienne en ophtalmologie, ordinairement masquée en angiographie à la fluoresceïne par l'épithélium pigmentaire.

Un angiogramme normal en ICG est difficile à définir du fait des nombreuses variations qui peuvent intervenir dans la disposition de ce réseau vasculaire, des variations survenant avec l'âge ou celles qui peuvent être dues à des différences de pigmentation.

Les variantes anatomiques sont très fréquentes dans la distribution du sang des vaisseaux sanguins choroïdiens ainsi que de la dynamique circulatoire, remplissage et drainage, de ce lit vasculaire richement anastomosé.

Les artères peuvent émerger à partir de sites différents, habituellement péri maculaires ou péri papillaires avec des intervalles tout à fait variables (**Figure 6**)

Les veines peuvent présenter des trajets variables parfois aussi se drainant en région péri papillaire et au pôle postérieur (**Figures 7 et 8**).

Les branches vasculaires ne sont pas habituellement visibles sur toute leur longueur, du fait de la nature ondulatoire de leur trajet dans les couches vasculaires et des variations de calibre à l'intérieur du tissu choroïdien.

L'imagerie de ce tissu peut nécessiter des mises au point successives pour leur évaluation.

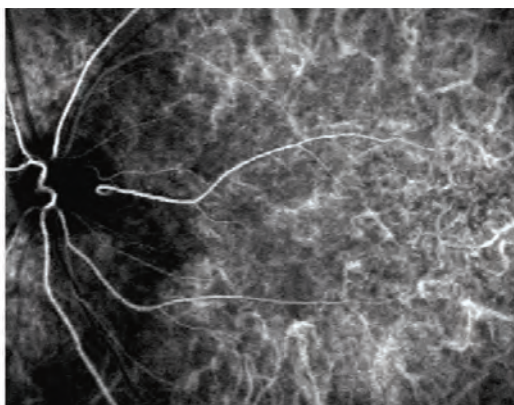


Figure 6 : Le colorant apparaît d'abord au niveau des artères choroïdiennes avec leur boucle initiale traversant la sclérotique puis leur trajet oblique vers la périphérie supérieure ou inférieure avec des ondulations successives caractéristiques. Noter, dans le cas actuel, le remplissage simultané d'une artère cilio rétinienne naissant au bord temporal de la papille.

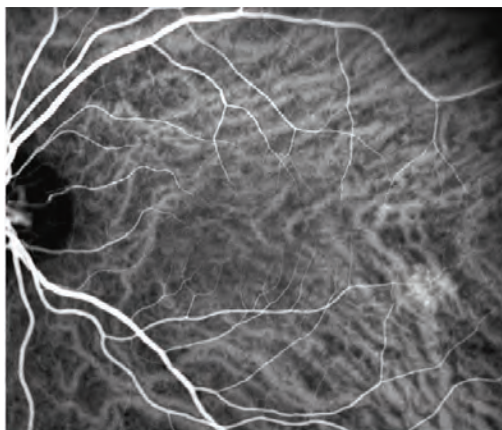


Figure 7 : Phase précoce veineuse d'angiographie en ICG sans modification importante des gros vaisseaux veineux choroïdiens. Le réseau veineux est clairement prédominant, les artères ne sont plus guère discernables masquées par le réseau veineux.

Il existe souvent un arrangement asymétrique du drainage veineux même s'il se fait globalement le plus souvent vers la périphérie temporale à moitié supérieure et à moitié inférieure.



Figure 8 : Temps veineux moyen de l'angiographie en ICG. A ce stade les vaisseaux choroïdiens deviennent presque invisibles et seuls persistent les gros troncs veineux et artériels rétiniens.

OCT-ANGIOGRAPHIE CHOROÏDIENNE CHEZ LES SUJETS NORMAUX

L'OCT-Angiographie, outre ses possibilités de donner des images sur l'épaisseur des vaisseaux rétiens en trois dimensions peut aussi fournir des images particulièrement importantes de la vascularisation choroïdienne.

Choriocapillaire

Les informations obtenues par segmentation à différents niveaux, plus profonds que la membrane de Bruch restent en fait, malheureusement relativement limitées et pas encore complètement interprétées. A partir de la membrane de Bruch et jusqu'à 20 μm plus profond, différents C-scan signés sur le profil de la membra-

ne de Bruch ont montré des images relativement homogènes, faites de points grisâtres.

Ces images semblent composées de manière relativement homogène par un très grand nombre de petits points, soit hyper soit hypo intensifs. Quelques-uns d'entre eux apparaissent un peu plus volumineux. Ces tableaux, assez homogènes, pourraient correspondre à une couche vasculaire très richement anastomosée de la choriocapillaire.

Les trajets vasculaires eux-mêmes ne sont pas clairement détectables à ce niveau (**Figures 9 a, b**).

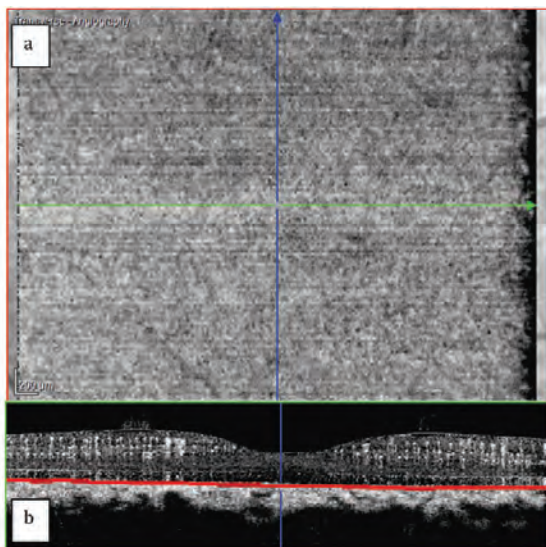


Figure 9 (a et b) : Au niveau de la choriocapillaire, coupe de 10 μm d'épaisseur, en OCT-Angio, C Scan, alignée sur la membrane de Bruch. Le C scan est enregistré à 10 μm plus profond que la membrane de Bruch comme le montre la ligne rouge en figure 9 (b). Un signal intense, diffus, apparaît sans que l'on puisse analyser d'une manière précise le réseau capillaire choroïdien, de la choriocapillaire.

Une image grisâtre relativement homogène semble composée d'un très grand nombre de petits points soit hypo soit hyper intensifs. Ce tableau correspond au réseau de la choriocapillaire très richement anastomosé.

Choroïde (Couche de Sattler)

Différentes coupes en C-scan de 30 μm d'épaisseur chacune, plus profondément que la choriocapillaire, vont permettre l'analyse de la couche dite « de Sattler » (couche choroïdienne vasculaire moyenne).

Cette couche est clairement visible sur les B scan en OCT-Angio qui montrent un signal hyper intense pratiquement continu qui se mélange avec quelques structures hypo intenses.

Le C scan correspondant montre de nombreuses entités linéaires ou tubulaires qui ressemblent à des réseaux vasculaires de taille moyenne au sein d'un fond grisâtre presque continu hyper intense (**Figure 10 a, b**).

La raison pour laquelle il n'est pas possible de distinguer clairement séparément un fin réseau vasculaire peut être l'atténuation du signal induit par la structure sus-jacente ou peut être aussi la diffusion de ce signal masqué provenant de la choriocapillaire.

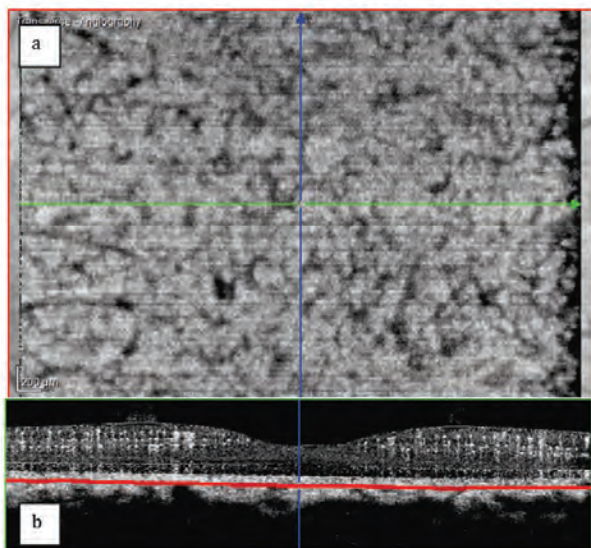


Figure 10 (a) et (b) : Au niveau de la couche de Sattler (vaisseaux choroïdiens moyens), une coupe en C scan d'OCT angiographie de 10 μm d'épaisseur alignée sur la membrane de Bruch. Le C scan est enregistré à 70 μm au-dessous de la membrane de Bruch comme visible sur l'image en figure 10 (b). Le signal hyper intense diffus lié à la choriocapillaire ne permet pas une bonne visualisation des vaisseaux choroïdiens moyens. Plusieurs structures linéaires hypo intenses sont visibles sur cette section en C scan, représentant probablement les vaisseaux choroïdiens présents à ce niveau, partiellement masqués par le signal absorbé ou diffusé par les structures sus-jacentes.

Choroïde (Couche de Haller) :

Des segmentations en C-scan, plus profondes encore, vont permettre la visualisation de gros vaisseaux choroïdiens qui correspondent à la couche dite « de Haller ».

Des sections en B-scan montrent des zones alternatives de signal hypo ou hyper intense correspondant à ces vaisseaux dont le calibre est beaucoup plus large que celui de la couche de Sattler (Figure 11 a, b).

Le C scan montre que le signal dans cette couche est discontinu avec de multiples interruptions.

Ceci pourrait être du soit à la différence de vitesse du sang circulant ou à la trajectoire sinueuse des vaisseaux ou encore à l'atténuation et à la diffusion du signal induites par les structures sus-jacentes et particulièrement la choriocapillaire.

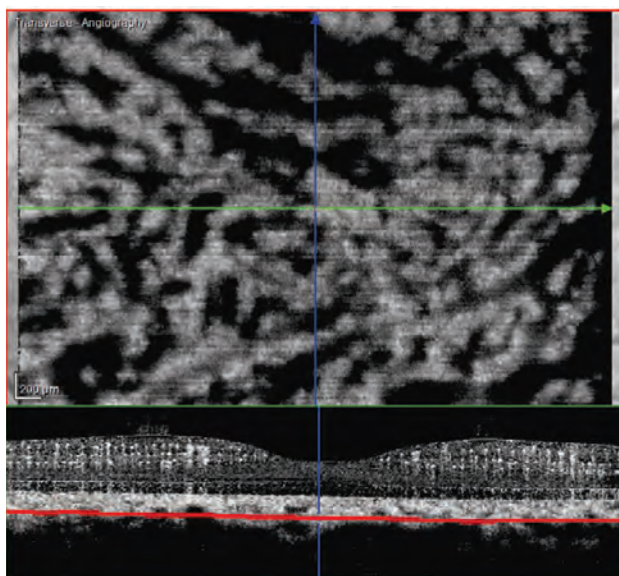


Figure 11 (a) et (b) : Au niveau de la couche de Haller (couche des gros vaisseaux choroïdiens), C-scan en OCT angiographie de 10 µm d'épaisseur aligné sur la membrane de Bruch. Le C scan est pris à 140 µm au-dessous de la membrane de Bruch comme visible sur la figure 8.

Des structures linéaires hypo intenses nombreuses sont clairement visibles. Celles-ci pourraient être liées à la présence de gros vaisseaux choroïdiens à ce niveau. De même que pour la couche de Sattler, le signal de décorrélation dans ces vaisseaux est masqué par l'absorption des structures sus-jacentes.

RÉFÉRENCES

1. Sulzbacher F, Kiss C, Munk M, et al. Diagnostic evaluation of type 2 (classic) choroidal neovascularization: optical coherence tomography, indocyanine green angiography, and fluorescein angiography. *Am J Ophthalmol* 2011; 152(5): 799-806 e1.
2. Snodderly DM, Weinhaus RS, Choi JC. Neural-vascular relationships in central retina of macaque monkeys (Macaca fascicularis). *J Neurosci*. 1992; 12(4):1169-1193.
3. Weinhaus RS, Burke JM, Delori FC, Snodderly DM. Comparison of fluorescein angiography with microvascular anatomy of macaque retina. *Exp Eye Res*. 1995; 61 (1): 1-16.
4. Mendis KR, Balaratnasingam C, Yu P, et al. Correlation of histologic and clinical images to determine the diagnostic value of fluorescein angiography for studying capillary detail. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010; 51 (11):5864-5859.
5. Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol*. 2015 Jan 1; 133(1): 45-50.
6. Moulton E, Choi W, Waheed NK, et al. Ultrahigh-speed swept-source OCT angiography in exudative AMD. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2014 Nov-Dec; 45(6): 496-505.
7. Jia Y, Bailey ST, Wilson DJ, et al. Quantitative optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2014; 121(7): 1435-44.
8. Yannuzzi LA, Rohrer KT, Tindel LJ, et al. Fluorescein angiography complication survey. *Ophthalmology*. 1986 May; 93(5): 611-7.
9. American National Standard for Safe Use of Lasers, ANSI Z136. Orlando, FL: Laser Institute of America; 2007:1–2007.

CHAPITRE IV

ANALYSE DES IMAGES EN OCT-ANGIOGRAPHIE

Comment interpréter les images de la DMLA

ANALYSE DES IMAGES EN OCT-ANGIOGRAPHIE

OCT-Angiographie Spectralis*: Comment interpréter les images de la DMLA

L'OCT-Angiographie (OCT-A) est une technique d'imagerie émergente qui permet une excellente visualisation du flux sanguin, et donc des vaisseaux, aussi bien dans le tissu rétinien que choroïdien.

La détection et la présence de vaisseaux, normaux ou anormaux, deviennent donc possibles pour le clinicien qui peut ainsi obtenir aisément une image des néo-vascularisations rétinienues et sous-rétiniennes et d'en suivre l'évolution sous l'effet des traitements.

Cette analyse est particulièrement importante et utile, dans les zones où il n'y a normalement pas de vaisseaux : dans l'espace situé entre l'EP et la membrane de Bruch, ainsi que dans l'espace sous rétinien et dans les couches externes de la rétine.

Les angiographies traditionnelles à la fluoresceïne et en vert d'indocyanine (AF et ICG-A) mettent en évidence toutes les structures vasculaires et avasculaires sur un même plan (en 2 D) : Ceci peut entraîner des artefacts liés à des superpositions.

L'OCT-A permet au contraire d'obtenir des images en profondeur à différents niveaux de la rétine et/ou de la choroïde et donc ainsi, des images, couche par couche, de l'ensemble des NVC.

Des critères bien connus, tels que «diffusion» (leakage), «accumulation» (pooling), «coloration» (staining) sont régulièrement utilisés pour une description précise et qualitative d'un réseau de néovaisseaux.

En OCT-A, d'autres critères semblent indispensables, pour tenir compte de l'absence de ces phénomènes dynamiques.

Des critères innovants sont devenus nécessaires pour évaluer l'activité et le degré de prolifération, de persistance évolutive et/ou la récidive, ou au contraire la stabilisation de la cicatrisation de lésion comportant des vaisseaux devenus «*matures*».

Ces critères sont particulièrement importants au cours de l'évolution spontanée et plus encore au cours du traitement, parfois très prolongé, par injections intra-vitréennes (IVT) et pour porter les indications d'arrêt, d'interruption ou de prolongation des IVT.

Ces critères sont basés sur des éléments simples à reconnaître, tels que : la «*forme*» (shape), les «*arborisations*» («branching pattern»), les «*anastomoses*» (anastomoses), le type de terminaison des rameaux vasculaires, «*arcade anastomotique*» ou en «*branches d'arbre mort*» (vessels termini, peripheral arcade or dead- tree), et enfin, l'existence d'un *halo périlésionnel*.

PRINCIPAUX ASPECTS DES NVC EN OCT-A

La description des principaux aspects des NVC en OCT-A, basée sur ces cinq critères, peut permettre, non seulement une *analyse morphologique* - utile pour l'identification de la lésion - mais aussi une *évaluation fonctionnelle*, puisque certains de ces critères peuvent être liés à l'activité évolutive de la lésion.

Les formes (encore) actives, et nécessitant un traitement et des formes (devenues) **quiescentes** et justifiant seulement d'une surveillance, pourront ainsi être reconnues et distinguées.

Ces Critères d'activité en OCT-A ont été sélectionnés après avoir considéré les données connues en histopathologie ^{1, 2}, en AF³ et en ICG-A ainsi qu'en OCT⁵ et plus récemment en OCT-A^{6..}

1. Forme (Shape) : Néo-vaisseaux bien définis (*tortueux, en roue ou en sea-fan*) par opposition à des Néo-vaisseaux linéaires, (*longs et filamenteux*).

2. Arborisations (Branching pattern): *Capillaires nombreux et fins* par opposition à des vaisseaux *rare et volumineux*..

3. Anastomoses (anastomoses and loops) *Présence ou absence d'anastomoses* et de **boucles**.

4. Terminaisons (vessel termini) : présence d'une *arcade périphérique* par opposition à un aspect en «*arbre mort*».

5. Halo (perilesional hypo-intense halo) *Présence ou absence d'un halo péri-lésionnel sombre* (considéré comme une région d'altération de la choriocapillaire ou à une altération du débit et/ou à une atrophie localisée). ^{6, 7}

Ces 5 Critères, dans leur ensemble, pourront permettre une description précise et spécifique des aspects les plus fréquents et les plus importants des NVC.

Des études (en cours) permettront d'apporter des confirmations quantitatives et statistiquement significatives, avec, en particulier, des **index de flux sanguin** et de ses variations avant et après traitement.

Cette identification des aspects spécifiques des NVC fournira des signes directs d'évaluation de la réponse des NVC à la thérapeutique.

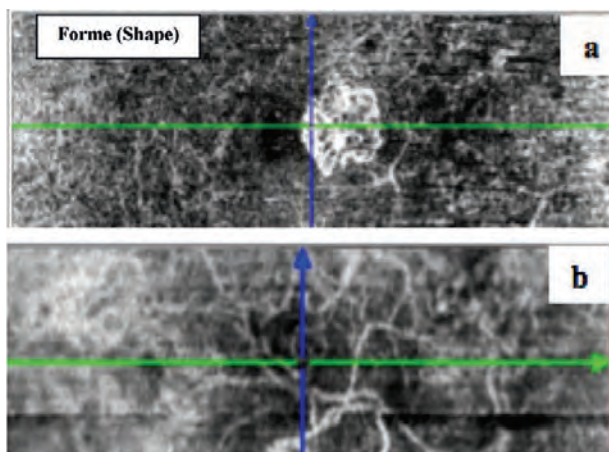


Figure 1 (a - b) : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC :

Forme : (a) NVC bien définis (*tortueux, en roue ou en sea-fan*) par opposition à (b) des NVC *linéaires, longs et filamenteux*.

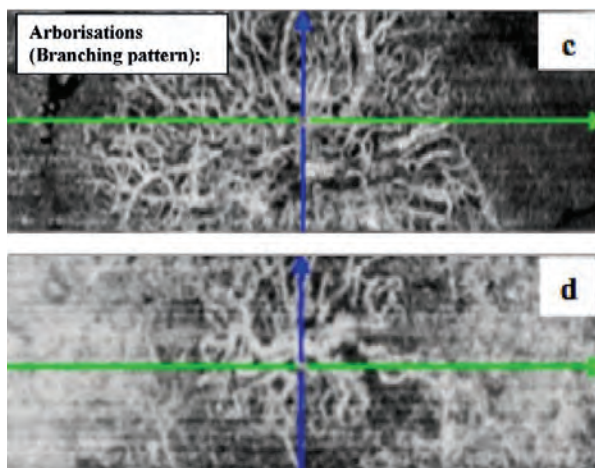


Figure 1 (c - d) : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC :

Arborisations : (c) *Capillaires nombreux et fins* par opposition à (d) des vaisseaux *rare et volumineux*.

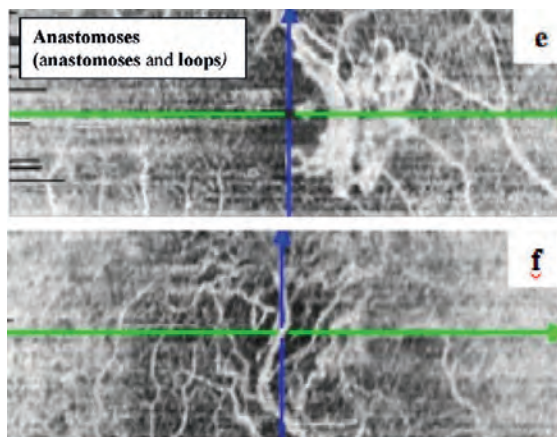


Figure 1 (e - f) : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC :
Anastomoses : (e) et (f) Présence ou absence d'anastomoses et de boucles.

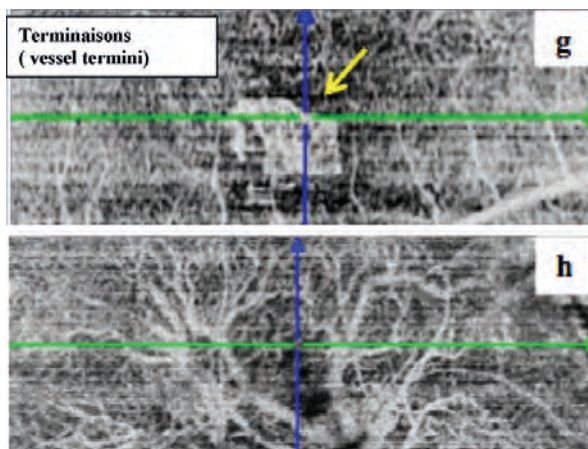


Figure 1 (g - h) : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC :
Terminaisons : (g) Présence d'une arcade périphérique par opposition à (h) un aspect en « arbre mort» . -

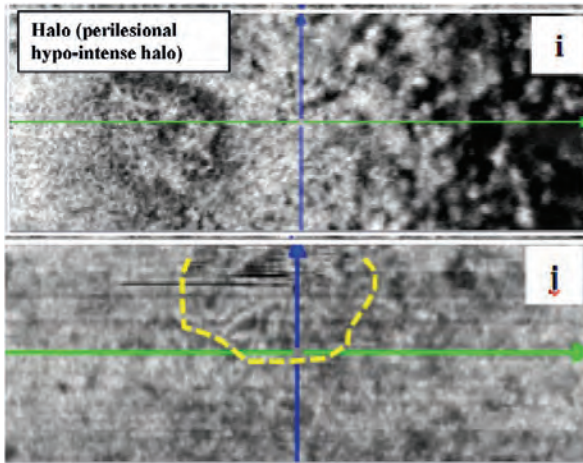


Figure 1 (i - j) : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC :

Halo : (i) Présence ou (j) absence d'un halo péri-lésionnel sombre.

RÉFÉRENCES

1. Ohkuma H, Ryan SJ. Vascular casts of experimental subretinal neovascularization in monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1983 Apr; 24(4): 481-90.
2. Ohkuma H, Ryan SJ. Experimental subretinal neovascularization in the monkey. Permeability of new vessel. *Arch Ophthalmol*. 1983 Jul; 101(7): 1102-10.
3. Gass JD. Pathogenesis of disciform detachment of the neuroepithelium. *Am J Ophthalmol*. 1967 Mar; 63(3): Suppl:1-139.
4. Hyvärinen L, Flower RW. Indocyanine green fluorescence angiography. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1980 Aug; 58(4): 528-38.
5. Lawman GA, Rosenfeld PJ, Fung AE, et al. A variable-dosing regimen with intravitreal ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration: year 2 of the PrONTO Study. *Am J Ophthalmol*. 2009 Jul; 148 (1): 43-58.e1.
6. Jia Y, Bailey ST, Wilson DJ, et al. Quantitative optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2014; 121(7): 1435-44.
7. Moulton E, Choi W, Waheed NK, et al. Ultrahigh-speed swept-source OCT angiography in exudative AMD. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2014 Nov-Dec; 45(6): 496-505.

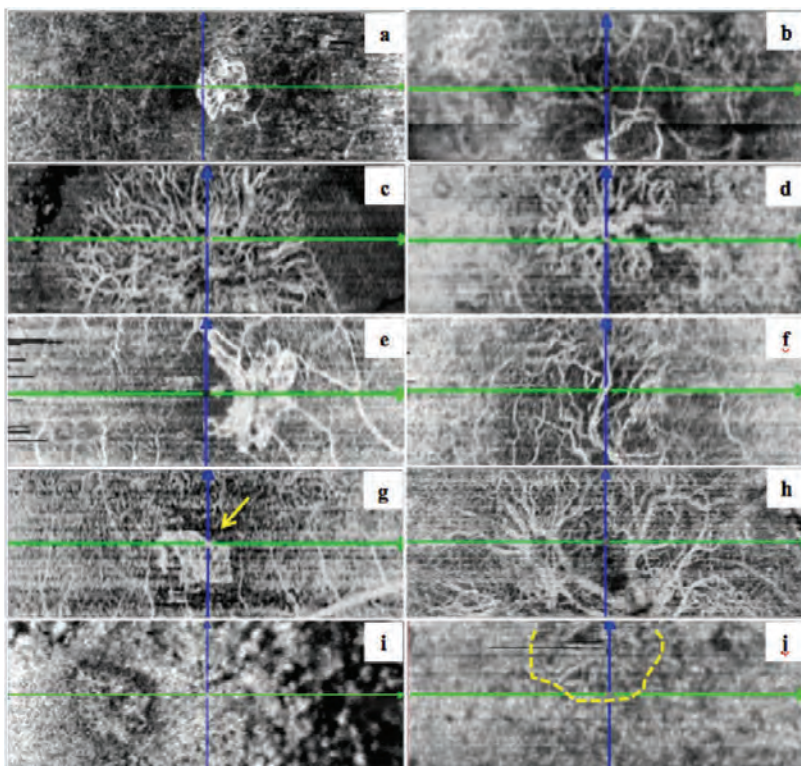


Figure 2 : CRITÈRES EN OCT-ANGIO POUR L'ANALYSE DES NVC

Forme : (a) NVC bien définis (*tortueux, en roue ou en sea-fan*) par opposition à (b). des NVC *linéaires, longs et filamenteux*

Arborisations : (c) *Capillaires nombreux et fins* par opposition à (d) des vaisseaux *rare et volumineux*.

Anastomoses : (e) et (f) *Présence ou absence d'anastomoses* et de *boucles*

Terminaisons : (g) *Présence d'une arcade périphérique* par opposition à (h) un aspect en « *arbre mort* ».

Halo : (i) *Présence* ou (j) *absence d'un halo péri-lésionnel sombre*.

CHAPITRE V

Cas Clinique N° 1

NEO VAISSEAUX DE TYPE MIXTE

(TYPE I + TYPE II : MINIMALLY CLASSIC)

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, les examens en OCT sont entrés dans la **routine clinique** comme un examen essentiel dans le suivi post-thérapeutique.

Ces examens permettent de mettre en évidence directement l'efficacité du traitement, basée essentiellement sur la régression ou la persistance de l'**exsudation**, liée à la perméabilité anormale des néovaisseaux avec des mesures simples de *quantification d'épaisseur maculaire* et d'accumulation intra- ou sous rétinienne de *fluides*.

Les **altérations des couches externes sensorielles** de la rétine peuvent être analysées pour préciser le retentissement sur les photorécepteurs, de confirmer la présence de néo-vaisseaux, soit sous l'EP (*occultes*), soit plus rarement, en avant de l'EP (*visibles ou classic*). Très rapidement, les examens en OCT ont conquis leur place parmi les **stratégies** de diagnostic, d'indications thérapeutiques et de surveillance prolongée. Malgré l'apparente simplicité de sa réalisation et son innocuité, l'OCT ne peut pas remplacer l'ensemble des explorations ophtalmologiques.

Des **corrélations fonctionnelles et morphologiques** sont évidemment essentielles pour le diagnostic et pour guider la stratégie thérapeutique, en tenant compte des mesures objectives d'acuité visuelle centrale et de l'imagerie objective : Les *angiographies à la fluorescéine*

pour les néovaisseaux pré épithéliaux visibles; les *angiographies en indocyanine* pour les néovaisseaux *occultes*, (les plus fréquents), restent indispensables pour un diagnostic aussi précis que possible, des **diverses formes cliniques**

Ces **différents arguments**, réunis par l'ophtalmologiste et évalués dans leur ensemble, vont permettre d'établir les indications, le rythme et la durée des injections intra-vitréennes ainsi que les modalités de la surveillance clinique au cours de la DMLA.

Cependant l'OCT Standard ne permet pas de « voir » les néovaisseaux eux-mêmes, ni leur degré de perfusion ni leur localisation et leur trajet exact, mais en fournit seulement des *signes indirects*, particulièrement précieux et évocateurs.

LES NOUVELLES TECHNIQUES D'OCT

L'OCT-ANGIOGRAPHIE (OCT-A), est une nouvelle technique révolutionnaire, *sans injection de colorant*, qui permet la visualisation d'images précises, en 3 dimensions, de la micro vascularisation rétinienne et choroïdienne.

L'OCT-A repose sur un **concept nouveau** : sur un œil immobile et grâce à des images à cadence très rapide, les seules **structures mobiles** au fond d'œil, sont les éléments figurés du sang circulant, au sein des vaisseaux.

En calculant la «**décorrél**ation» de l'amplitude du signal, à partir de B-scans, répétés et consécutifs de la même section, un contraste est ainsi généré, différenciant les cellules circulantes et les tissus immobiles de voisinage.

Un « **signal** », d'intensité variable, rend **ainsi visible**, en trois dimensions, l'**arbre vasculaire** et les couches vasculaires rétiniennes et choroïdiennes, sous forme d'un signal, de densité variable, hyper ou hypo-intense selon la vitesse du débit circulatoire.

Ceci a un rôle important dans la DMLA, en permettant la visualisation de la circulation sanguine dans les vaisseaux et les néo-vaisseaux. En outre, un OCT conventionnel peut être obtenu simultanément.

Ces nouvelles techniques d'OCT fournissent ainsi des données à la fois morphologiques et fonctionnelles. *Toutes ces données sont essentielles pour la conduite du traitement, sa prolongation ou son interruption*

Ces **méthodes d'examen** et cette **stratégie** s'adaptent essentiellement à la **DMLA exsudative**. Elles peuvent cependant être utilisées aussi dans les formes atrophiques et dans les *maculopathies liées à l'âge*, dans le but de dépister précocement la survenue éventuelle de ces néovaisseaux.

En clinique, l'analyse précise et la confrontation de l'imagerie multimodale traditionnelle et des images d'**OCT-Angiographie** constitue l'élément essentiel du chapitre qui va suivre, en évoquant successivement chacune des principales formes cliniques de DMLA.

Des exemples de cas cliniques permettront de visualiser l'apport de cet OCT-A et de le confronter à l'apport des angiographies et des explorations fonctionnelles.

Cet OCT-A permettra de guider le diagnostic et la décision de la mise en œuvre d'un traitement, actuellement basé le plus souvent, sur les injections intra-vitréennes d'anti-VEGF.

FORMES NÉOVASCULAIRES DE DMLA

Malgré les progrès récents, la DMLA reste, dans les pays à haut niveau de vie, la cause majeure de **malvoyance** et semble augmenter encore, probablement du fait de l'allongement de la durée de vie et de l'amélioration du dépistage.

Les formes néovasculaires de DMLA représentent 50 à 65 % des formes sévères de

DMLA, le reste étant attribué aux formes atrophiques sans néovaisseaux.

Les **facteurs de risque** comportent essentiellement les facteurs de risque de l'artériosclérose (hypertension artérielle et lipides) et les facteurs environnementaux et de mode de vie. Les *prédispositions génétiques*, récemment indivi-

dualisées, jouent cependant, fort probablement, un rôle très important.

Un syndrome fonctionnel maculaire est habituellement présent dans la DMLA exsudative.

Ce syndrome est en règle bruyant et rapide dans les cas de néovaisseaux choroïdiens, *pré-épithéliaux, visibles*. Dans le cas de néovaisseaux *occultes* (ou sous-épithéliaux ou *décollement vascularisé de l'EP*), les signes fonctionnels sont au contraire, progressifs et *longtemps méconnus*.

L'imagerie du fond d'œil semble être d'un apport actuellement déterminant pour la détection et le diagnostic aussi précoce et précis que possible.

Les clichés monochromatiques et en couleurs et les clichés en *auto fluorescence* permettent de fixer les repères anatomiques et ainsi, de reconnaître la présence des signes de MLA ou des complications.

Mais seules les angiographies permettaient jusqu'à présent de « voir » les néovaisseaux eux-mêmes. :

L'OCT permet, d'une manière non invasive, de mettre précisément en évidence les **signes indirects**, liés à l'exsudation anormale (accumulation liquidienne).

Les néovaisseaux choroïdiens sous-épithéliaux sont la forme **la plus fréquente** et de loin. Ils semblent représenter plus de 80 % à 85 % des

formes cliniques de proliférations néovasculaires au cours de la DMLA. Ils sont souvent **dits « occultes »**, parce que sous-épithéliaux, donc mal visibles et mal définis en angiographie à la fluoresceïne.

Les *examens en OCT*, confrontés à l'analyse angiographique, ont montré que ces néovaisseaux choroïdiens sous-épithéliaux entraînent toujours un **décollement de l'EP** par rapport à ce que l'on individualise actuellement comme la membrane de Bruch.

Les néovaisseaux choroïdiens pré-épithéliaux ou **visibles ou « classic »** sont nettement moins fréquents et assez rarement observés isolément.

Il s'agit le plus souvent de formes évolutives de NVC sous épithéliaux, évolués dont une partie semble avoir traversé l'épithélium pigmentaire, soit encore très limités (*minimally classic*), soit parfois de formes plus extensives (*predominantly classic*).

Une forme à part peut s'observer dans 7 à 10 % des cas : les **anastomoses chorio-rétinienne (ACR)**. Ces ACR comportent, dès leur stade le plus précoce, l'association d'un bouquet de **néovaisseaux choroïdiens**, (bien visibles en SLO-ICG), - au sein d'un **décollement de l'EP**- et d'une **anastomose** avec une **artériole et/ou une veinule rétinienne maculaire**.

Les techniques modernes en **SD-OCT** permettent **d'analyser directement** le retentissement des néovaisseaux choroïdiens sur les couches externes de la rétine.

PRINCIPAUX TYPES DE NÉOVAISSEAUX CHOROÏDIENS

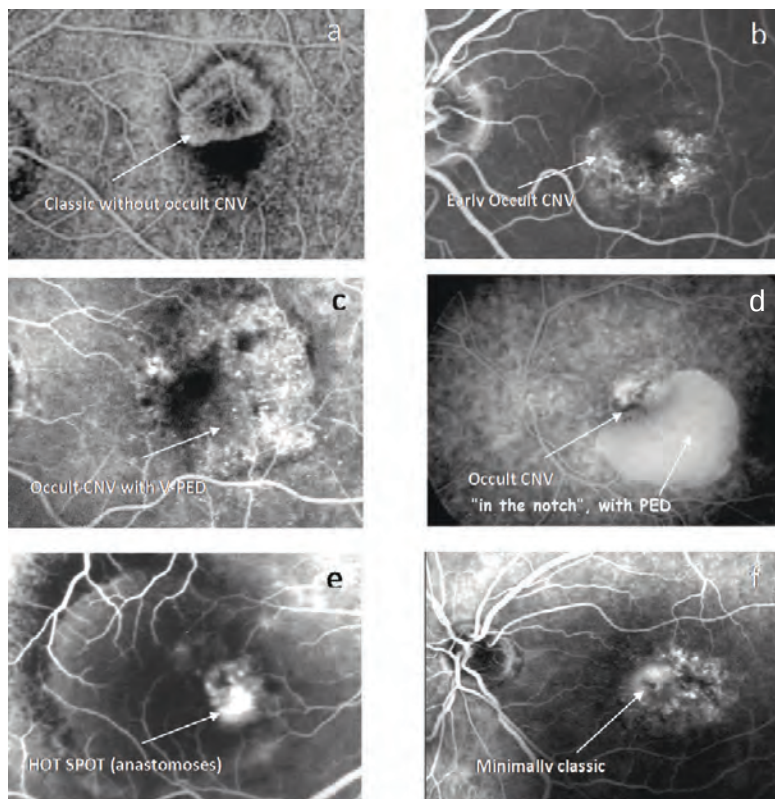


Figure 1 : Principaux types de néovaisseaux choroïdiens, en angiographie à la fluorescéine.

- (a) Néovaisseaux pré-épithéliaux ou visibles (ou « classic »), sans occultes.
- (b) Néovaisseaux occultes ou sous-épithéliaux de petite dimension.
- (c) Néovaisseaux occultes ou sous-épithéliaux, étendus et décollement fibro-vasculaire.
- (d) Néovaisseaux occultes ou sous-épithéliaux, dans l'encoche d'un DEP séreux bulleux.
- (e) Hot spot au sein d'un DEP séreux : Anastomose rétino-choroïdienne.
- (f) Néovaisseaux mixtes avec un petit bouquet de visibles au sein d'une plage d'occultes (*minimally classic*).

CAS CLINIQUE N° 1

NEO VAISSEAUX DE TYPE MIXTE - (TYPE I + TYPE II)

NVC naïfs, Occultes, associé à une zone de néo vaisseaux visibles (Minimally Classic)

SIGNES CLINIQUES

Cas clinique d'une dame de 78 ans, venue consulter avec une diminution d'AV lentement progressive avec des métamorphopsies essentiellement à l'œil droit, durant depuis plusieurs mois.

Acuité visuelle : OD : 20/63- OG : 20/40

L'examen biomicroscopique a mis en évidence de multiples drusen, petits ou de taille moyenne, au pôle postérieur, associés à une accumulation de liquide sous-rétinien (DSR) dans la région fovéale. L'ensemble de la lésion maculaire semble mesurer 2 diamètres papillaires (DP).

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

Auto fluorescence (Figure 1 a, b)

Présence d'une lésion circulaire fovéale localisée au-dessus du pigment xanthophylle, avec un halo irrégulier, à la fois hyper et hypo fluorescent.

Angiographie à la fluoresceïne (AF)

L'angiographie à la fluoresceïne au temps artério-veineux, met en évidence la lésion fovéale hyper fluorescente, bien délimitée d'emblée, avec des bords irréguliers mais bien définis et un mince halo sombre et hypo fluorescent. **(Figure 2 a, b)**

La lésion est partiellement entourée, dans la région inféro-temporale, par une zone irrégulière, hyper fluorescente, évoquant un large décollement épithélium pigmentaire (DEP) fibro-vasculaire.

Le temps tardif de l'angiographie met en évidence une hyper fluorescence marquée de l'ensemble de cette zone avec des diffusions intenses, vers la périphérie, masquant l'anneau hypo fluorescent

Angiographie en Indocyanine (ICGA)

La petite zone de néo-vaisseaux choroïdiens (NVC de **type II** ou **pré épithéliaux** ou **classic**) s'est colorée initialement avec une rapide dis-

parition de cette hyper-fluorescence (wash-out) dans les phases tardives. Une large zone NVC **sous épithéliaux/occultes** de **Type I** apparaît en outre au temps artério-veineux, formant un réseau néo vasculaire hyper fluorescent mais mal défini et mal délimité, à l'intérieur de décollement sombre de l'épithélium pigmentaire, qui entoure partiellement les composantes néo vasculaires de type visible (**classic**)

Au temps très tardif (à la phase d'inversion) une plaque néo-vasculaire étendue devient visible, occupant l'ensemble de la région maculaire **(Figure 3 a, b)**

Tomographie en cohérence optique (SD-OCT).

La rétine neurosensorielle est épaissie avec une accumulation de fluide sous rétinién (espace hypo réflectif et optiquement vide), sous rétinién avec un aplatissement partiel de la dépression fovéale.

Un DEP, plat et irrégulier, s'étend dans la région temporo-fovéale et permet une visualisation distincte de la membrane de Bruch. Une petite zone hyper réflective sous rétinién, en dôme, localisée, sous fovéale, immédiatement contiguë avec le DEP.

Ce soulèvement entraîne une désorganisation des couches rétiniennes externes avec gonflement de la zone ellipsoïde (EZ) assez accentué et des altérations partielles de la Limitante Externe. L'ensemble représente les **composantes de Type I et II** de cette membrane de type mixte **(Figure 4 a, b)**.

DIAGNOSTIC EN IMAGERIE MULTI MODALE :

Lésion néo-vasculaire étendue de type mixte (associant Type I et Type II), composée par une vaste membrane de type occulte associée à une zone localisée de NVC de type visible. (*minimally classic*)

= > **Lésion active nécessitant un traitement.**

IMAGERIE MULTI MODALE



Figure 1 (a) - Infrarouge : vaste lésion maculaire d'environ 2DP avec de nombreux drusen au pôle supérieur
Figure 1 (b)- Auto-fluorescence : lésion fovéale circulaire avec un halo irrégulier pomelé hypo et hyper fluorescent.

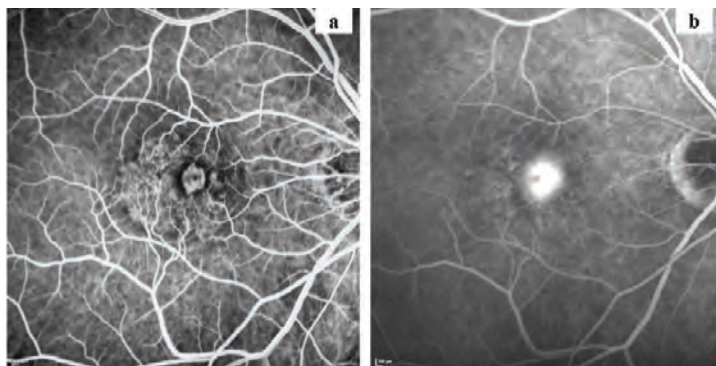


Figure 2 (a) - Angiographie à la fluorescéine (phase artérioveineuse) : lésion précoce, bien délimitée, au centre (Type II ou classic) avec à un halo fortement hypo fluorescent. Cette lésion est entourée par une lésion hyper-fluorescente étendue, pomelée, et des bords irréguliers mais bien définis (Type I, sous épithéliale)

Figure 2 (b) - Angiographie à la fluorescéine (phase tardive) : diffusion intense de fluorescéine avec une forte hyper fluorescence de la lésion centrale (composante de Type II ou classic) associée à un réseau néo vasculaire tout autour de la lésion initiale, bien délimitée, hyper-fluorescente, au sein du DEP, sombre (composante de Type I ou sous épithéliale ou occulte)

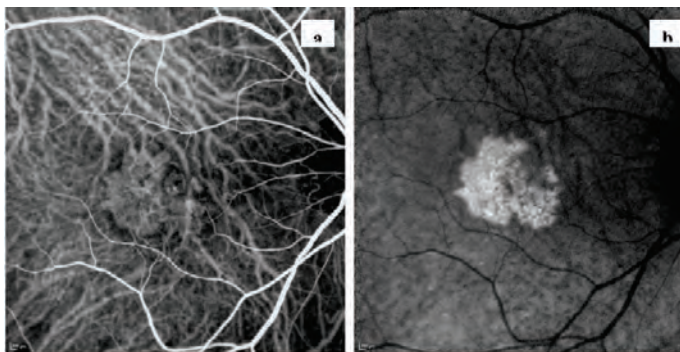


Figure 3 (a) – ICG- A (Phase artério-veineuse) : la petite zone de NVC de **type 2** (*pré épithéliale ou classic*) est rapidement colorée et entourée par un halo sombre la séparant du vaste réseau néo vasculaire de **Type I**.
Figure 3 (b) - ICG-A (Phase tardive ou phase d'inversion) : une vaste plaque néo vasculaire apparaît, occupant toute la surface maculaire.

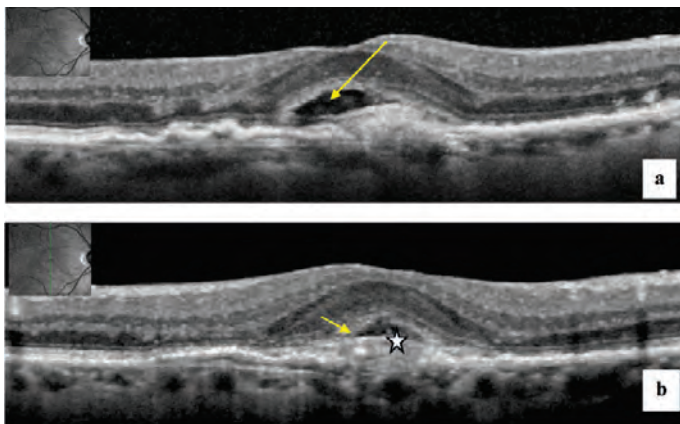


Figure 4 (a)-4 (b) – SD-OCT : Rétino neurosensorielle épaissie avec une accumulation sous rétinienne de fluides (dans l'espace optiquement vide rétro fovéal) et avec aplatissement partiel de la dépression fovéale. Un DEP plat irrégulier s'étend en temporal de la fovéa et permet une nette visualisation de la membrane de Bruch. Une petite zone sous rétinienne hyper réfléctive, en dôme, représente la composante de **Type II** (*pré-épithéliale ou classique*) d'une vaste membrane néo vasculaire étendue de **Type mixte**, localisée dans la région rétro fovéale. On note aussi une désorganisation assez marquée des couches rétinienne externes avec un gonflement de la zone ellipsoïde (EZ), une exsudation hyper réfléctive(SHE) et une destruction partielle de la membrane limitante externe (MLE).

OCT ANGIOGRAPHIE

Une seule section en C-scan, unique mais bien sélectionnée, peut permettre de voir, dans de nombreux cas, un aspect et une image particulièrement frappante et suggestive d'un réseau de NVC. (Figure 5)

Ceci sera dû à la fois à l'existence d'un **signal très dense et très intense**, lié au flux sanguin actif dans la lésion néo vasculaire et qui va contraster avec le tissu de voisinage ; en particulier, si elle est immédiatement au-dessus de l'EP, qui, lui-même, ne comportera pas de signal de décorrélation significatif ni de vaisseaux normaux.

Cependant, des informations supplémentaires restent nécessaires.

Ceci peut être obtenu par la réalisation de plusieurs sections en C-scan à **différents niveaux** du tissu rétinien ou sous-rétinien.

Chacun de ces C-scans doit être associé avec le B-scan en section longitudinale correspondante (à la fois en OCT-standard et en mode OCT-angiographie) pour permettre de localiser avec précision la lésion par rapport au plan de l'EP et à celui de la membrane de Bruch.

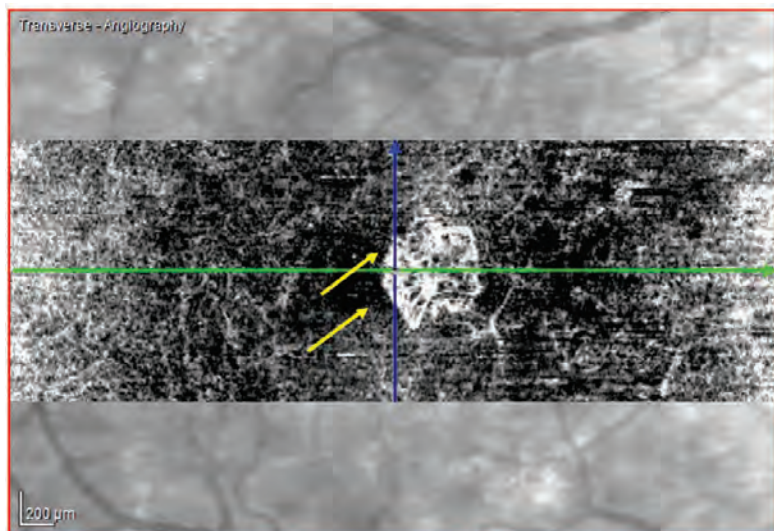


Figure 5 : Présence d'un réseau typique de néo vaisseaux choroïdiens : réseau bien circonscrit, en forme de roue, avec un signal bien délimité et, d'emblée, hyper intense. Ce réseau est organisé avec de nombreuses branches, finement anastomosées entre elles à l'intérieur de la lésion et à ce niveau il n'y a pas d'autre structure hyper intense qui apparaisse d'une manière nette à ce niveau de la section en OCT-Angiogramme.

TECHNIQUE D'IMAGERIE EN OCT-ANGIOGRAPHIE

L'angiogramme en OCT est obtenu au début à partir d'un volume de 151 B-scan en Angio-mode. L'acquisition simultanée de B-scan en OCT standard est évidemment possible en même temps (**Figure 5 a, b**).

Deux lignes rouges vont apparaître à la fois sur le B-scan conventionnel et sur le B-scan en Angio-mode qui indiquent l'épaisseur de la section (habituellement sélectionnée manuellement à 30 µm). Ces lignes sont au début alignées sur le profil de la MB. Le niveau de section est indiqué par ces lignes qui pourront ensuite être manuellement déplacées vers le haut ou vers le bas, pour explorer successivement l'ensemble de l'épaisseur de la lésion depuis l'espace pré-épithélial jusqu'à l'espace sous épithélial et vers la choroïde (une segmentation automatisée est aussi possible pour permettre au début une détection rapide de la lésion).

La coupe en C-scan est obtenue à partir du volume complet de B-scan et évaluée avec des images multiples de 30 µm d'épaisseur débutant en général à 30 µm au-dessus de la bande de EP vers l'interface choroïdo-sclérale. Cette analyse des couches externes de la rétine et de la choroïde par tranches successives de 30 µm permet d'avoir une imagerie complète de l'ensemble de la lésion et souligne chaque signal de décorrélation, seulement s'il appartient à la même structure et au même plan d'examen.

CAS CLINIQUE

Sur le C-scan obtenu à 30 µm au-dessus de l'EP, on voit apparaître une lésion bien définie en forme de roue, avec un signal net, hyper-intense, qui est d'emblée évident avec des vaisseaux finement anastomosés entre eux, à l'intérieur de la lésion et à ce niveau d'examen : *lésion de Type II*. (visibles ou classic). Il n'y a pas d'autre structure hyper intense qui apparaisse nettement à ce niveau sur l'OCT-Angiogramme (**Figure 5 a, b**).

A la face postérieure profonde de l'EP, la section C-scan suivante est placée entre la bande de l'épithélium pigmentaire et la membrane de Bruch (**Figure 6 a, b, c**).

La lésion de type II ou *pré-épithéliale ou classic* est encore visible à ce niveau, mais moins contrastée, en même temps que l'on voit apparaître une autre lésion distincte. Un vaisseau en forme de « U » (**Figure 6 a**), (flèches jaunes) apparaît. C'est probablement un vaisseau de drainage ou vaisseau nourricier, qui provient d'un niveau plus profond, et semble se diriger vers la composante pré-épithéliale du réseau de néovaisseaux

Plus profondément à l'intérieur de la membrane néovasculaire, sur la coupe en C-scan suivante (**Figure 7 a, b, c**), on va détecter une membrane néo vasculaire supplémentaire, **de type 1**, c'est-à-dire *sous épithéliale occulte*. La présence de ce réseau néo vasculaire étendu est bien visible sur le C-scan (*cercle pointillé jaune*), finement anastomosé avec de nombreux vaisseaux minces, radiaires, se détachant et se dirigeant du centre vers la périphérie.

Au-dessous de la membrane de Bruch (**Figure 8 a, b, c**), directement au niveau de la choroïde, nous allons voir apparaître un signal hyper intense diffus (*anneau jaune*), probablement dû à des reliquats de choriocapillaire et de la couche de Sattler.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT-ANGIO :

NVC de taille moyenne, de type 1 (ou occulte ou sous épithéliaux, compliqués par un réseau de petits néo vaisseaux juxta fovéaux et rétro fovéaux et de type II (visible ou classic)).

Cette forme particulière, avec des ramifications multiples et fines, richement anastomosées entre elles, avec une arcade périphérique bien définie suggère le diagnostic d'une lésion active à traiter.

OCT – ANGIOGRAPHIE

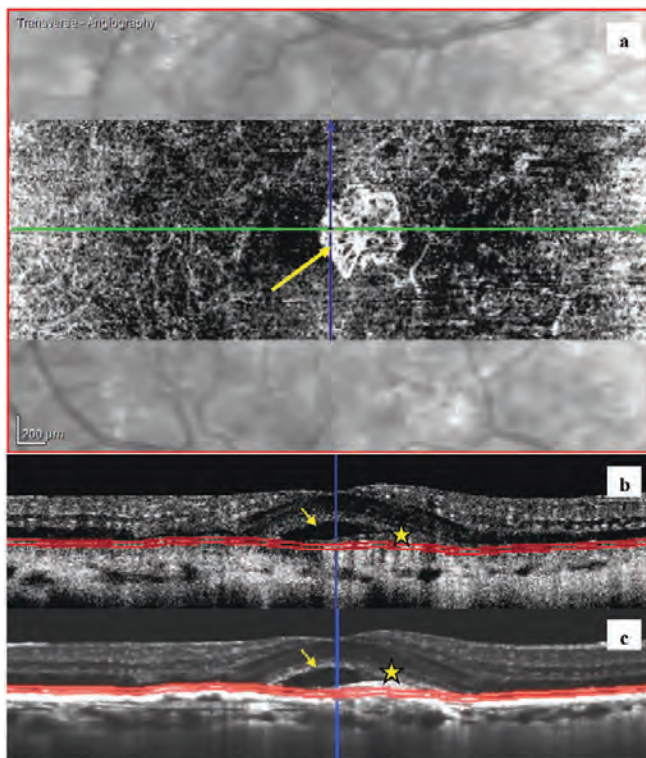


Figure 5 (a) : OCT-Angio en C-scan (30 µm au dessus de l'EP) : Lésion en forme de « roue » "lacy-wheel", bien définie avec un signal hyper intense et bien net. Nombreux vaisseaux finement anastomosés à l'intérieur de la lésion à ce niveau avec une arcade périphérique bien définie et bien délimitée. Aucune autre structure avec un signal hyper intense n'apparaît à ce niveau de l'OCT-Angiogramme.

Figure 5 (b) B-scan en OCT-Angio : un signal de décorrélation est visible : multiples petites taches dans la rétine (plexus capillaire superficiel et plexus capillaire profond). Un signal pathologique hyper intense est aussi présent dans la zone lésionnelle immédiatement en avant de l'épithélium pigmentaire.

Figure 5 (c) : OCT en B-scan conventionnel utile pour identifier la localisation exacte de la lésion.

OCT – ANGIOGRAPHIE

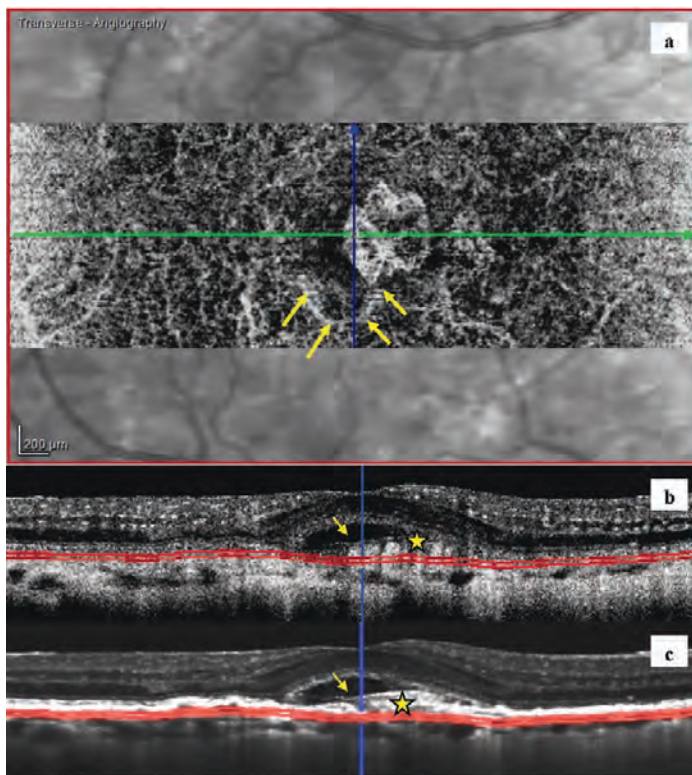


Figure 6 : OCTA en C-scan (à la face postérieure de l'EP) : Cette section de 30 μm en C-scan est située à la face profonde de l'épithélium pigmentaire voir figure 6 (b et c) et, de ce fait, puisqu'il existe un décollement de l'épithélium pigmentaire, la section est placée entre la bande de l'EP et la membrane de Bruch. Il est encore possible de percevoir l'ombre de la lésion de type II mais surtout, on voit apparaître d'une manière très claire, un vaisseau nourricier ou de drainage en forme de « U » provenant d'un niveau plus profond et atteignant la composante pré-épithéliale des néo vaisseaux.

Figure 6 (b) OCTA en B-scan et figure 6 (c) OCT B-scan conventionnel (à la face profonde de l'épithélium pigmentaire) : Ces OCT en B-scan, à la fois en angio-mode et en mode conventionnel, montrent la position du C-scan de la figure 6 (a), dans ce cas à la face profonde de l'épithélium pigmentaire et clairement au-dessous de la lésion de néovaisseaux de type 2 ou pré-épithéliaux

OCT – ANGIOGRAPHIE

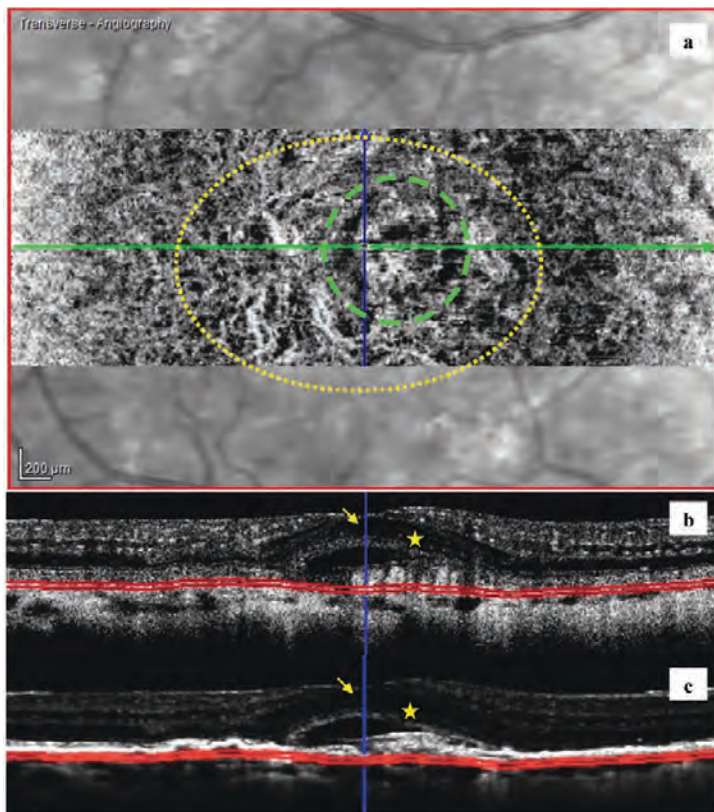


Figure 7 (a) OCTA en C-scan (au-dessus de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 μm est située exactement au-dessus de la membrane de Bruch comme le montre la figure 7 (b) et (c). De ce fait, elle est plus profonde au sein du décollement de l'épithélium pigmentaire. Un vaste réseau néo vasculaire apparaît bien visible, avec des anastomoses nombreuses et de multiples fins rameaux se dirigeant d'une manière radiaire depuis le centre vers la périphérie (*flèches jaunes*).

Figure 7 (b) : OCT-Angio en B-scan et figure 7 (c) : OCT en B-scan conventionnel (au-dessus de la membrane de Bruch) : Les OCT B-scan à la fois en Angio et en mode conventionnel mettent en évidence la position du C-scan de la figure 7 (a), c'est-à-dire plus profondément à l'intérieur du DEP mais au-dessus de la membrane de Bruch.

OCT – ANGIOGRAPHIE

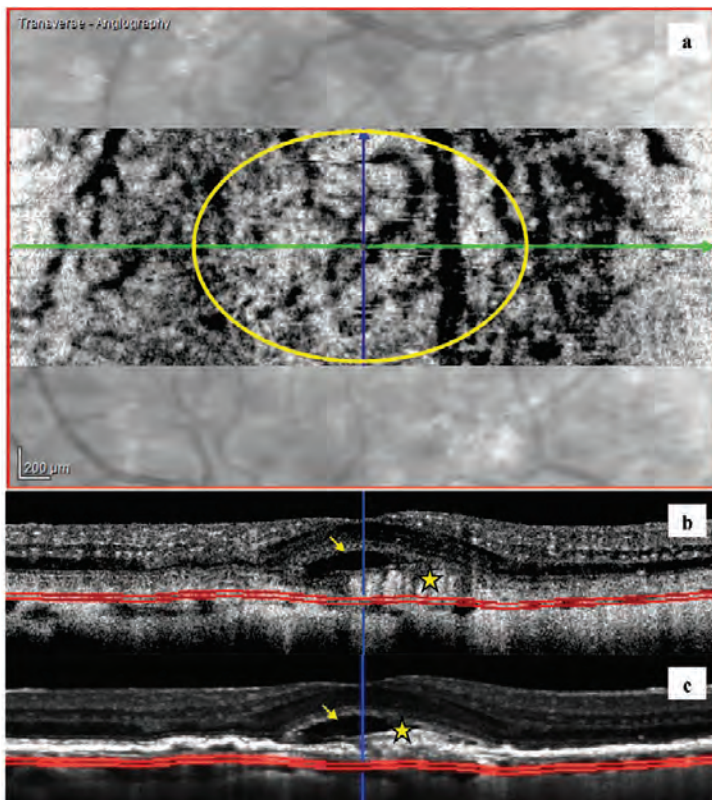


Figure 8 (a) : OCTA en C-scan (au-dessous de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 µm est localisée en dessous de la membrane de Bruch comme le montrent les figures 8 (b) et 8 (c). De ce fait elle est plus profonde au niveau de la choroïde, qui apparaît elle-même notablement amincie comme c'est habituel dans les cas de DMLA évoluée. Cette section met en évidence un signal hyper intense diffus, probablement dû à des reliquats de chorée capillaire et de la couche de Sattler. Quelques gros vaisseaux choroïdiens sont aussi visibles comme des structures tubulaires hypo intenses.

Figure 8 (b) : En OCTA B-scan et figure 8 (c) en conventionnel OCT B-scan au-dessous de la membrane de Bruch : L'OCT B-scan, à la fois en Angio et en mode conventionnel met en évidence la position du C-scan montrée dans la figure 8 (a) c'est-à-dire très profondément à l'intérieur du tissu choroïdien et au-dessous de la membrane de Bruch.

CAS CLINIQUE N°1
NVC de Type Mixte (Type I plus Type II T)
(Minimally Classic)

SYNTHÈSE

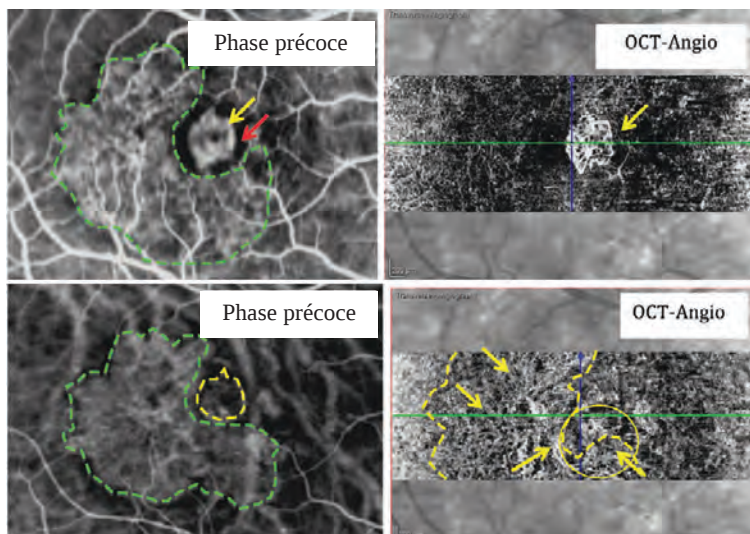


Figure 9 : Les Angiographies à la fluorescéine et en Vert d'Indocyanine ainsi que l'angiographie en OCT mettent nettement en évidence des NVC de Type Mixte, associant Type I et Type II («Minimally Classic»).

L'Angiographie à la fluorescéine met en évidence une lésion fovéale hyper-fluorescente très bien délimitée (flèches jaunes). La lésion est partiellement entourée, surtout dans la région inféro-temporale, par une zone d'hyper-fluorescence (DEP fibro vasculaire) (ligne verte pointillée).

L'ICG-Angiographie met en évidence une vaste lésion de Type I ou sous épithéliale ou occulte, formant un réseau néovasculaire mal défini mais progressivement hyper-fluorescent (ligne verte pointillée) entourant partiellement la composante de Type II (lignes jaunes pointillées).

Il s'agit donc d'une lésion mixte avec une composante pré-hépithéliale de Type Classic ou Type II au centre et une composante sous-épithéliale plus périphérique (de Type I ou occulte) avec des vaisseaux de connexion entre les deux types de lésions qui se voient à différents niveaux.

Ces deux lésions sont actives, toutes les deux, et suggèrent des indications pour la prolongation du traitement.

L'OCT-Angiographie met en évidence une lésion en forme de « de roue » avec un fin réseau néovasculaire qui donne un signal hyper-intense très visible (flèches jaunes) composé de vaisseaux finement anastomosés à l'intérieur de la lésion. Il n'y a pas d'autre signal vasculaire ou néovasculaire à ce niveau sur les coupes en C-scan OCT-A.

A un niveau plus profond (Figure en bas et à droite) l'OCT-Angiographie met en évidence un vaste réseau néovasculaire bien visible sur le C-scan (entouré par une ligne pointillée verte) et finement anastomosé, avec de nombreux vaisseaux fins et radiaires (flèches jaunes) se dirigeant depuis le centre vers la périphérie.

CHAPITRE VI

Cas Clinique N° 2

NVC de TYPE I

(SOUS – ÉPITHÉLIAUX OU OCCULTES)

CAS CLINIQUE N° 2

NVC actif de TYPE-I (NVC sous épithéliaux ou occultes)*Lésions néovasculaires encore actives étendues de TYPE-I durant depuis plus de deux ans.***SIGNES CLINIQUES**

Homme de 82 ans venant consulter pour une baisse d'acuité visuelle progressive à l'œil droit, associée à des métamorphopsies. Un diagnostic de DMLA exsudative, traitée par de multiples injections intra-vitréennes d'anti-VEGF, sur une base PRN, après une phase d'induction pendant les derniers 24 mois.

Acuité visuelle : OD 20/63, OG 20/25.

L'examen bio microscopique a mis en évidence une lésion maculaire étendue, de plus de 2 diamètres papillaires de diamètre. Il existe aussi de nombreux drusen, particulièrement dans la région maculaire. Pas d'hémorragie, pas d'exsudat lipidique.

IMAGERIE TRADITIONNELLE MULTIMODALE
Autofluorescence (Figure 1 a, b)

Présence dans la région maculaire, d'une lésion étendue, irrégulière, hypo-auto-fluorescente et entourée par un halo d'hyper-autofluorescence assez intense. Ce halo, associé à des points d'hypo-fluorescence, semble s'étendre dans la région nasale et supérieure avec des formes irrégulières.

Angiographie à la fluorescéine (AF) (Figure 2 a, b)

A la phase artérioveineuse précoce, mise en évidence d'une hyper-fluorescence irrégulière avec de nombreux points hyper-fluorescents dans la région maculaire, avec des bords relativement irréguliers mal définis.

A la phase tardive de l'AF se dessine une zone d'hyper-fluorescence bien définie, due à des phénomènes de coloration particulièrement au centre de la membrane néovasculaire avec des diffusions modérées de fluorescéine sur le bord de la lésion.

Angiographie au vert d'Indocyanine (ICGA)

Dès la phase artérioveineuse précoce, mise en évidence une membrane de **NVC de Type I** (sous épithéliale ou occulte), bien visible et for-

mant un réseau néovasculaire bien défini, à l'intérieur du DEP. Il existe de multiples vaisseaux assez bien dessinés et bien délimités, à disposition radiaire, confluent depuis la périphérie vers le centre et la partie nasale de la lésion. Le drainage semble avoir une nette prévalence vers la région nasale inférieure de la lésion (**Figure 3 a, b**).

A la phase veineuse tardive, les bords de la lésion néovasculaire sont moins bien définis avec des zones d'hypo-fluorescence suggérant une altération importante de l'épithélium pigmentaire.

Tomographie en cohérence optique (SD-OCT)

La dépression fovéale est relativement préservée avec une *accumulation de fluide sous-rétinien* relativement limitée, vers l'espace rétro-fovéal, se traduisant par un espace hypo-réfléctif rétro-fovéal. Les couches rétinienues externes et particulièrement la nucléaire externe sont amincies ou mal détectables dans l'ensemble du B-scan en OCT sur 30°. Il existe en outre des altérations et des interruptions de la Membrane Limitante Externe et un gonflement («swelling») de la Zone Ellipsoïde. Un DEP étendu fibro vasculaire est présent, occupant l'ensemble de la région maculaire associant des structures hyper et hypo-réfléctives et d'aspect non homogène et des points hyper-réfléctifs.

La MB est clairement visible et sépare ce DEP fibro vasculaire d'une choroïde particulièrement amincie essentiellement représentée par de gros troncs vasculaires choroïdiens (**Figure 4 a, b**).

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR IMAGERIE MULTIMODALE

Lésions néovasculaires encore actives, de Type I
Reprise évolutive , localisée, à traiter

IMAGERIE TRADITIONNELLE MULTIMODALE

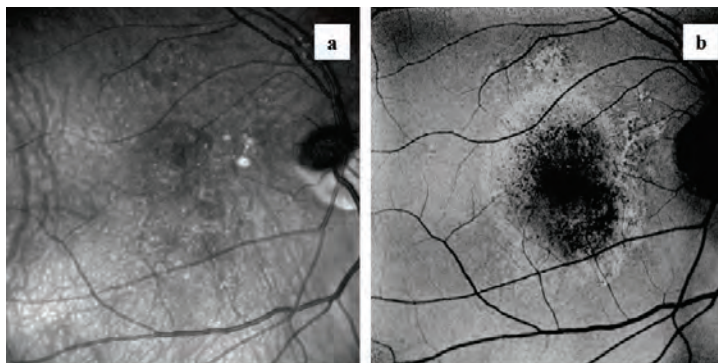


Figure 1 (a)- Infra-rouge-Lésion maculaire étendue d'environ 2 à 3 diamètres papillaires. Noter la présence de multiples drusen fins, essentiellement dans la région maculaire.

Figure 1 (b)- Auto fluorescence : Lésion maculaire étendue, irrégulière et hypo-autofluorescente, entourée par un halo intense d'hyper-auto-fluorescence. Ce halo hyper-fluorescent, associé à des points hypo-fluorescents, semble s'étendre plus à distance en nasal et en haut prenant une forme assez irrégulière.

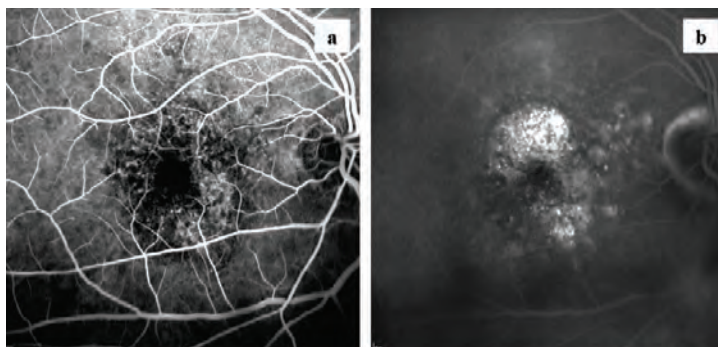


Figure 2 (a) - Angiographie à la fluorescéine (phase artérioveineuse) : A la phase artérioveineuse précoce, une hyper-fluorescence irrégulière apparaît rapidement avec des points plus fluorescents dans la région maculaire et des bords mal définis et irréguliers.

Figure 2 (b)- Angiographie à la fluorescéine (phase tardive) : Zone d'hyper-fluorescence bien définie due au phénomène de coloration, essentiellement au centre de la lésion néovasculaire, avec quelques diffusions sur les bords de la lésion.

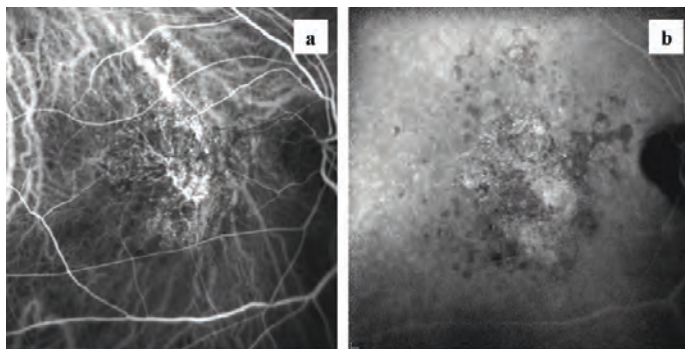


Figure 3 (a)- Angiographie en ICG (phase artérioveineuse) : Une vaste membrane néovasculaire (de Type 1, sous épithéliale ou occulte) est visible dès la phase artérioveineuse précoce, constituant un réseau néovasculaire bien défini au sein de DEP. Il existe de multiples rameaux vasculaires bien définis suivant un trajet radiaire depuis la périphérie et confluent vers la partie centrale et nasale de la lésion. Le drainage de cette lésion semble se faire essentiellement depuis le cadran supérieur vers le cadran inférieur de la lésion.

Figure 3 (b)- Angiographie en ICG (phase veineuse tardive) : Les bords de la lésion néovasculaire apparaissent moins bien définis avec des zones hypo-fluorescentes montrant l'altération de l'EP.

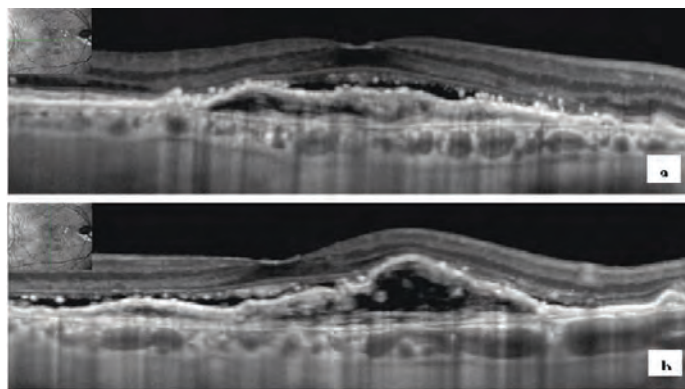


Figure 4 (a)- SD-OCT : La dépression fovéale est relativement peu altérée avec une petite quantité de liquide sous rétinien se traduisant par un espace hypo-réfléctif rétro fovéal. Les couches rétiniennes externes sont amincies ou mal visibles dans l'ensemble de la coupe OCT sur 30°. Il existe une interruption notable de la Membrane Limitante Externe et un gonflement de la zone ellipsoïde.

Figure 4 (b)- SD-OCT : Un DEP étendu fibrovasculaire occupe presque toute la région maculaire et présente dans sa cavité des structures alternativement hypo et hyper-réfléctives donc d'aspect non homogène. Ils s'y associent de nombreux points hyper-réfléctifs dans les couches externes de la rétine. La membrane de Bruch est bien visible et sépare le DEP fibro vasculaire d'une choroïde amincie et réduite essentiellement à la couche des gros vaisseaux choroïdiens dite couche de Haller.

OCT-ANGIOGRAPHIE

L'imagerie en OCT en mode Angiographie est analysée sur de multiples C-scans, transverses de 30 µm d'épaisseur, placés successivement et débutant à 30 µm au-dessus de la bande de l'épithélium pigmentaire jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Cette analyse, par étapes de 30 µm d'épaisseur, depuis les couches externes de la rétine jusqu'à la choroïde, permet d'obtenir une imagerie complète de l'ensemble de la lésion et met en évidence les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen.

Au-dessus du plan de l'EP (Figure 5 a, b, c).

Sur cette première image en C-scan, de 30 µm d'épaisseur juste au-dessus du plan de l'EP, il n'y a aucun signe net de décorrélation (signal vasculaire) qui pourrait être attribué à une membrane de NVC.

Quelques images vasculaires (signal de décorrélation intense) peuvent apparaître et semblent dues à des « pseudo-images » de vaisseaux rétinien, causées par une réflexion sur le plan de l'EP ou par la proximité de certaines structures très richement vascularisées telles que la choriocapillaire.

Les zones sombres ou hypo-intenses sont causées par l'accumulation de fluide sous rétinien.

A la face postérieure de l'EP (Figure 6 a, b, c)

Cette nouvelle section en C-scan à la surface postérieure de la bande de l'épithélium pigmentaire explore la cavité du DEP.

Quelques branches vasculaires, relativement volumineuses, évoquant des « vaisseaux matures » sont présentes et se divisent en branches plus petites. Elles donnent naissance à un *réseau anastomotique* assez fin avec de nombreux vaisseaux de petit calibre, richement anastomosés entre eux avec, à la périphérie, une *arcade continue* bien visible. Cette **zone néovasculaire active** est essentiellement visible dans le secteur périphérique et nasal avec le début d'un aspect en « sea-fan » (*ligne pointillée jaune*).

Au-dessus de la MB (Figure 7 a, b, c)

Cette section en C-scan de 30 µm aussi, plus profondément à l'intérieur du DEP, met en évidence l'ensemble de la membrane néovasculaire (*ligne jaune pointillée*)

Cette partie de la lésion est constituée essentiellement de gros vaisseaux de type « mature » avec un aspect en *branche « d'arbre mort »*. Quelques branches plus petites vont participer à l'*arcade anastomotique périphérique (flèche verte)*. Cet aspect de réseau anastomotique et d'arcade périphérique pourrait être un **signe d'activité localisée et de récidive** ou de reprise évolutive à ce niveau de la lésion.

Les B-scans en Angio-mode montrent, grâce aux lignes rouges, la position du C-scan plus profondément à l'intérieur du DEP et au-dessus de la MB. Le B-scan OCT conventionnel met aussi en évidence la position de ce C-scan à l'intérieur du DEP ainsi que l'accumulation de fluide sous rétinien.

Au-dessous de la MB (Figure 8 a, b, c)

Cette nouvelle section en C-scan de 30 µm d'épaisseur, placée directement au sein de la choroïde, met en évidence un *signal diffus*, très intense, probablement dû au reliquat de la choriocapillaire ainsi que de la couche de Sattler. Quelques gros *vaisseaux choroïdiens (flèches vertes)* sont aussi visibles (structure tubulaire hypo-intense). Ceci pourrait être dû à la présence d'un signal hyper-intense, provenant des structures sus-jacentes (chorio capillaire ou membrane néovasculaire) et capables de cacher le signal provenant des gros vaisseaux choroïdiens.

DIAGNOSTIC SUGGERE EN OCT-ANGIO

Lésion néo vasculaire de Type I, étendue, partiellement stabilisée à sa partie supérieure mais active en inféro-nasal.

Reprise évolutive localisée à traiter.

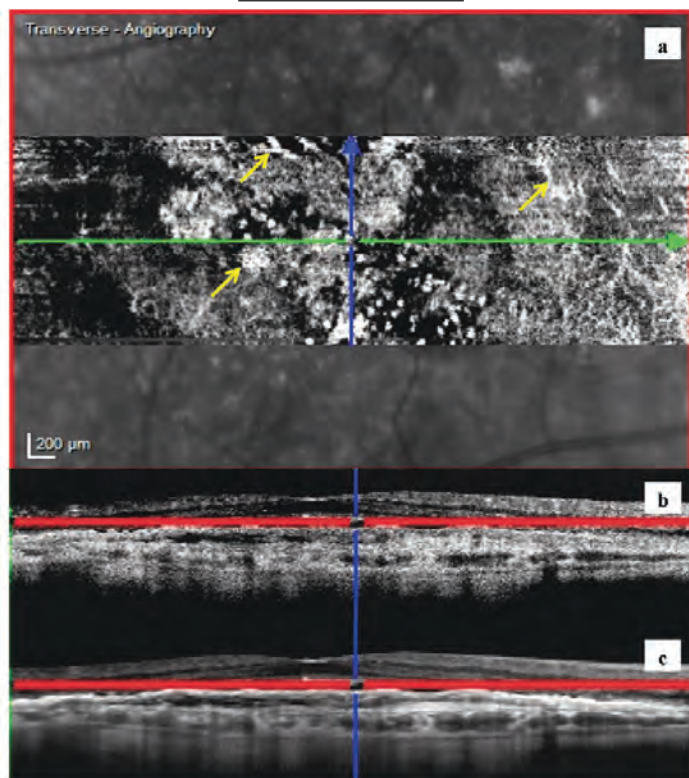
OCT – ANGIOGRAPHIE

Figure 5 (a) : OCT-A : C-scan (30 µm au-dessus de l'EP) : Pas de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à la présence de NVC. Les zones fortement sombres et hypo-intenses sont causées par la présence de fluide sous rétinien. Quelques zones avec un signal hyper-intense sont dues à des pseudo-images de vaisseaux rétiniens (*flèches jaunes*), causées par la réflexion sur l'EP ou par la proximité de quelques structures intensément perfusées telles que la choriocapillaire.

Figure 5 (b) : OCT-Angiographie B-scan (30 µm au-dessus de l'EP) : Un signal de décorrélation évident est bien visible à partir des structures normales, à la fois rétiniennes et choroïdiennes. De plus, un signal hyper-intense anormal est aussi présent en dessous de la région analysée, à l'intérieur de la cavité du DEP (retrouvé aussi sur le B-scan conventionnel correspondant).

Figure 5 (c) : B-scan OCT conventionnel (30 µm au-dessus de l'EP) : L'OCT conventionnel est utile pour identifier la localisation exacte de la lésion (au-dessus de l'EP) et la présence d'accumulation de fluide sous rétinien.

Les lignes rouges indiquent l'épaisseur de la section (30 µm alignée sur la membrane de Bruch).

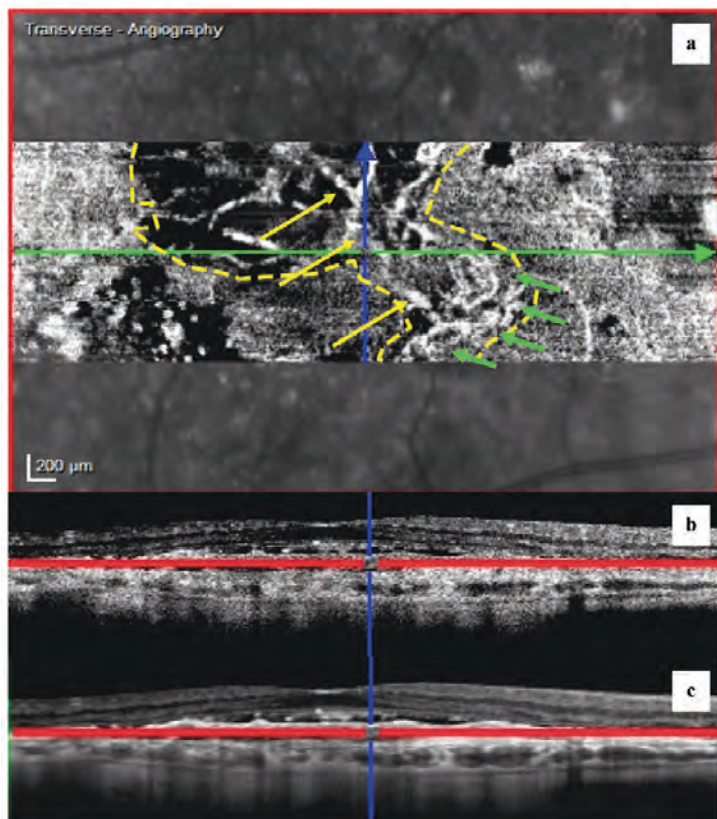
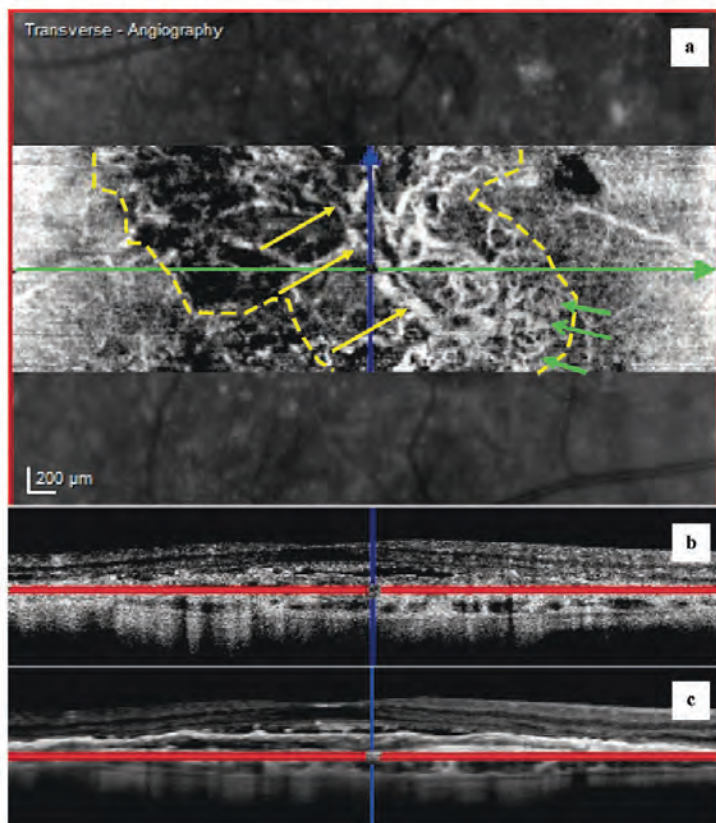


Figure 6 (a) : OCT-A : C-scan (à la face postérieure de l'EP) : Cette section en C-scan de 30 µm est placée à la surface postérieure de l'EP (Figure 6 b et c) à l'intérieur de la cavité du DEP. La plupart des vaisseaux sont volumineux et d'aspect « mature » avec quelques rares ramifications (flèches jaunes). Cependant certaines branches de divisions donnent naissance à un fin réseau avec de nombreux vaisseaux de petit calibre richement anastomosés et une fine arcade périphérique (flèches vertes). Une image initiale, en forme de « Sea-fan » est perceptible à la périphérie nasale inférieure. (Ligne jaune en pointillé).

Figure 6 (b) : OCT-Angiographie B-scan face postérieure de l'EP : Le B-scan en OCT-Angio met en évidence la position de la coupe en C-scan ainsi marquée par les lignes rouges, dans ce cas à la face postérieure de l'épithélium pigmentaire.

Figure 6 (c) : OCT B-scan conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : Ce B-scan OCT conventionnel met en évidence la position du C-scan bien marquée par les lignes rouges à la face postérieure de l'épithélium pigmentaire et permet d'analyser les structures sus et sous-jacentes.



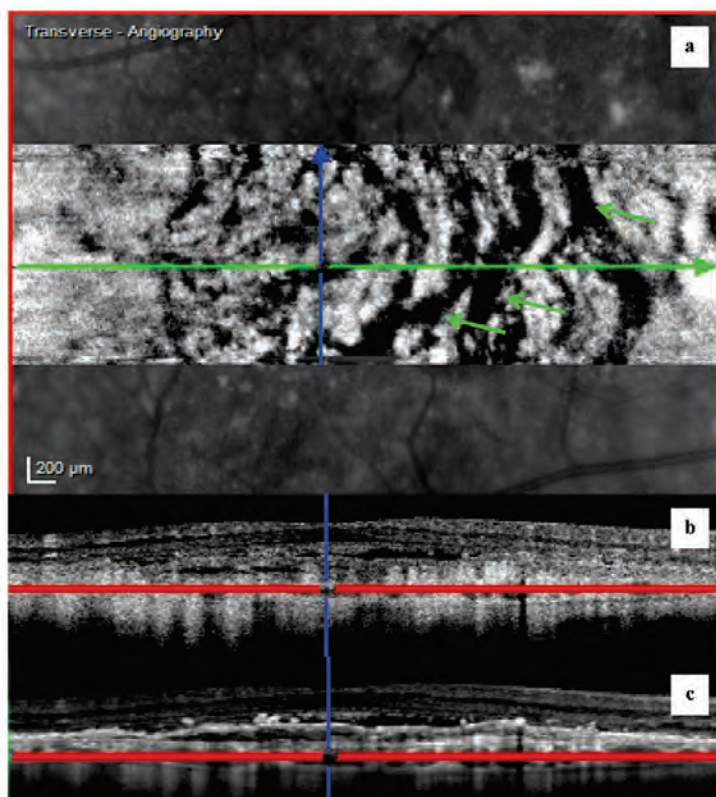


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessous de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 μm est positionnée directement au sein de la choroïde avec un signal diffus et très intense probablement dû au reliquat de choriocapillaire et à la couche de Sattler. Quelques gros vaisseaux choroïdiens (*flèches vertes*) sont aussi visibles comme une structure tubulaire hypo-intense. Ceci pourrait être dû à la présence d'un signal hyper-intense provenant des structures sus-jacentes (choriocapillaire et NVC) capables de cacher le signal de décorrélation provenant de la couche choroïdienne vasculaire volumineuse.

Figure 8 (b) : OCT-A : B-scan (en dessous de la membrane de Bruch) : Mise en évidence de la position du C-scan par les lignes rouges, dans ce cas au sein de la choroïde et au-dessous de la membrane de Bruch.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT conventionnel (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT conventionnel met en évidence le DEP plat (au-dessus de la membrane de Bruch) et une accumulation de fluide sous rétinien ainsi que la position du C-scan (*ligne rouge*), dans ce cas, profondément à l'intérieur de la choroïde (en dessous de la membrane de Bruch).

CAS CLINIQUE N° 2 NVC de Type I- RECIDIVE

SYNTHÈSE

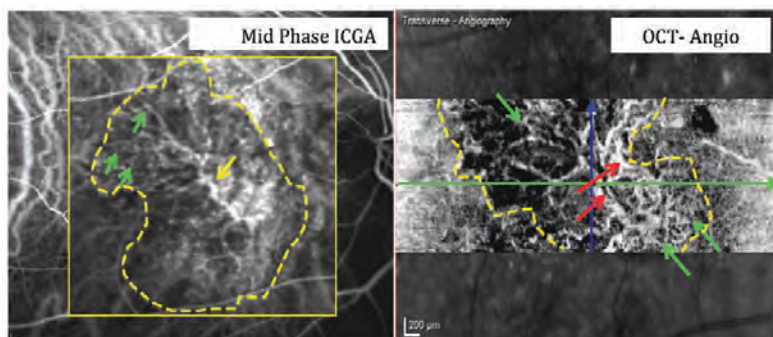


Figure 9 : Les images en ICG (gauche) et en OCT-Angiographie (droite) mettent clairement en évidence la présence d'un réseau néovasculaire sous-épithélial ou occulte ou de Type I.

L'Angiographie au Vert d'Indocyanine montre la présence de :

Un réseau de vaisseaux volumineux de type «mature», irradiant vers le centre (*flèches jaunes*) au sein d'un DEP mal défini.

De multiples vaisseaux plus petits, périphériques, (*flèches vertes*) sont détectables même difficilement, sur la gauche et sur la partie inférieure de la lésion.

L'OCT-Angiographie permet une bonne visualisation de l'ensemble du réseau néovasculaire. **Au centre**, des vaisseaux volumineux de type mature, allongés, linéaires, avec peu d'arborisations (*flèches rouges*).

Cependant, **à la périphérie de la lésion**, développement d'un réseau néovasculaire typique en « éventail de mer » (sea fan). De multiples rameaux sont visibles, assez fins et comportant de multiples anastomoses, des boucles et une arcade périphérique, essentiellement à la partie inférieure et nasale (*flèches vertes*).

Les deux types d'imagerie en Angiographie en Vert d'Indocyanine et OCT-Angiographie mettent bien en évidence la présence d'un réseau néovasculaire sous-épithélial ou occulte ou de Type I.

L'ensemble constitue une lésion «mixte» avec, au centre, une zone relativement stabilisée et, en périphérie, une partie encore active surtout à la partie inféro-nasale, suggérant une récursive et une indication de traitement.

CHAPITRE VII

Cas Clinique N° 3

NVC Type I-Actifs

(SOUS ÉPITHÉLIAUX/OCCULTES)

CAS CLINIQUE N° 3

NVC TYPE 1 – ACTIFS

(NVC Sous épithéliaux/Occultes)

Signes cliniques

Cas clinique d'une dame de 73 ans qui s'est présentée avec une acuité visuelle déclinant progressivement, associée à des métamorphopsies à l'œil gauche.

Un diagnostic a été porté de DMLA exsudative à chacun des deux yeux traités par des injections anti-VEGF.

Acuité visuelle : OD : 20/100 – OG : 20/40

L'examen bio-microscopique a montré une lésion maculaire étendue de 2 à 3 DP. Il existe aussi de très nombreux drusen fins, bien visibles particulièrement dans la zone maculaire.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

Autofluorescence (Figure 1 a, b)

L'image met en évidence la présence de lésions maculaires hypo-fluorescentes, entourées par un halo *hyper-fluorescent*, de forme arrondie assez intense s'étendant au-delà des limites de la région maculaire.

Angiographie à la fluorescéine

A la phase artérioveineuse précoce apparaît une zone d'hyper-fluorescence irrégulière avec de nombreux points hyper-fluorescents dans la région maculaire, avec des limites mal définies et irrégulières. Toute la région maculaire est entourée par un halo légèrement hyper-fluorescent. (Figure 2 a, b)

A la phase tardive de l'angiographie, on note la présence de zones d'hyper-fluorescence, irrégulières, liées à la coloration progressive particulièrement au centre des NVC avec quelques diffusions de fluorescéine, modérées sur les bords de la lésion.

Angiographie au Vert d'Indocyanine

Dès la phase artérioveineuse précoce, une vaste membrane de NVC de Type I (sous épithéliaux ou occultes) apparaît, formant un réseau néovasculaire mal défini au sein du DEP. Le drainage de la lésion semble se faire essentiellement vers le cadran inféro-temporal de la choroïde. (Figure 3 a, b) :

A la phase veineuse tardive, les bords de la lésion néovasculaire sont nettement hyper-fluorescents mettant en évidence l'ensemble du réseau. Un halo hypo-fluorescent entoure l'ensemble de la membrane néovasculaire.

Tomographie en Cohérence Optique (SD-OCT)

La dépression fovéale est partiellement maintenue mais de petits espaces cystoïdes intra-rétiniens sont visibles suggérant une exsudation persistante. Il existe une interruption de la Limitante Externe et un gonflement de la zone Ellipsoïde (Figure 4 a, b).

Un DEP étendu, de type fibro vasculaire, occupant toute la zone maculaire, avec un aspect non homogène (quelques structures hyper-réfectives et quelques espaces hypo-réfectifs). Ce DEP détermine un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle et vers le bas de la membrane de Bruch qui devient visible, décollée de la bande de l'EP.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'IMAGERIE MULTIMODALE :

Lésion néovasculaire de Type, encore active et étendue.

Indication de prolongation du traitement.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

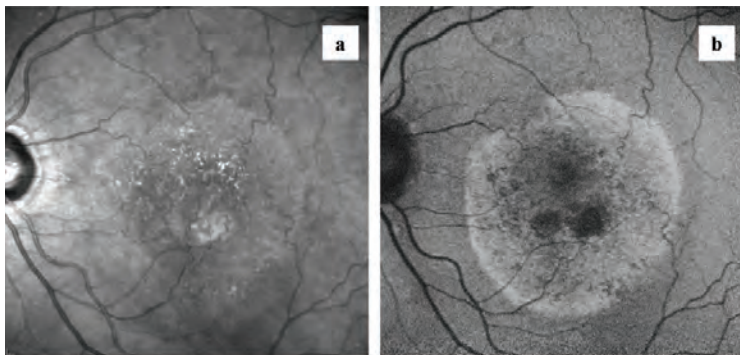


Figure 1 (a)-Infrarouge : Lésion maculaire étendue de 2 à 3 DP associée à de nombreux drusen.

Figure 1 (b)-Auto fluorescence : Présence de lésions maculaires irrégulières, hypo-fluorescentes, entourées d'un halo intense ovalaire, hyper-fluorescent, s'étendant au-delà des limites de la région maculaire.

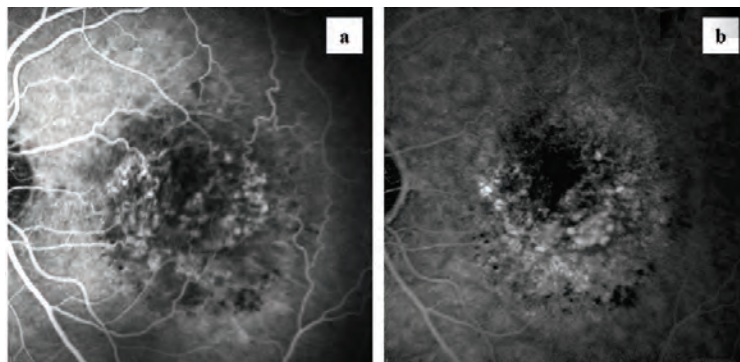


Figure 2 (a)- Angiographie à la fluoescéine (phase artérioveineuse) : Hyper-fluorescence irrégulière avec de nombreux pin points dans la région maculaire ; les bords de la lésion sont mal définis et irréguliers avec un halo hypo-fluorescent.

Figure 2 (b)- Angiographie à la fluoescéine (phase tardive) : Zones d'hyper-fluorescence liée à des phénomènes de coloration essentiellement au centre de la membrane néovasculaire avec quelques diffusions, modérées, de la fluoescéine sur les bords de la lésion.

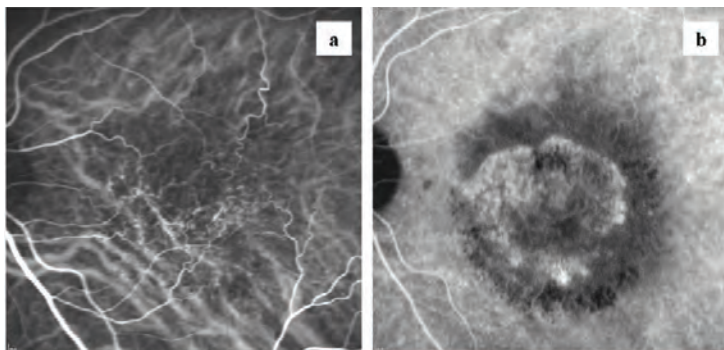


Figure 3 (a)- Angiographie en ICG (phase artérioveineuse) : une vaste membrane néovasculaire de type I (sous épithéliale ou occulte) apparaît, formant un réseau néovasculaire mal défini au sein du DEP. Le drainage de la lésion semble se faire essentiellement vers le cadran inféro-temporal de la choroïde.

Figure 3 (b)-Angiographie en ICG (phase tardive) : Les bords de la lésion néovasculaire sont nettement hyper-fluorescents soulignant l'ensemble des limites du réseau néovasculaire. Un halo d'hypo-fluorescence entoure l'ensemble de cette membrane néovasculaire.

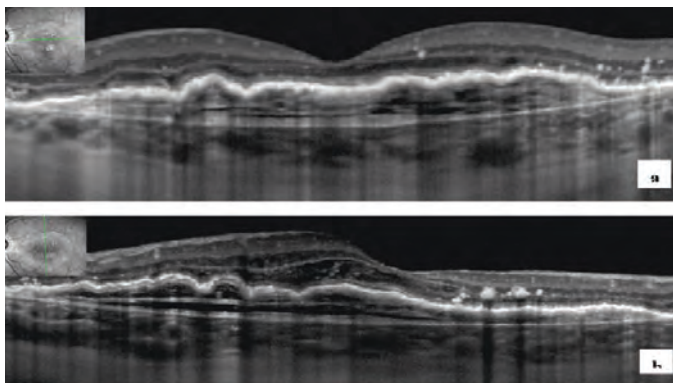


Figure 4 (a)-4 (b)- SD-OCT : La dépression fovéale est partiellement maintenue mais de petits espaces cystoïdes intra-rétiniens sont visibles suggérant une exsudation persistante. Il existe des interruptions de la Limite Externe et un gonflement de la zone Ellipsoïde.

Un DEP étendu de type fibro-vasculaire, occupant presque toute la région maculaire avec un aspect non homogène (quelques structures hyper réfléchives et d'autres structures hypo réfléchives). Ceci détermine un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle et vers le bas de la membrane de Bruch qui devient visible, décollée de la couche de l'EP.

ANGIOGRAPHIE EN OCT

L'OCT en mode Angiographie est analysé grâce à des C-scans multiples de 30 µm d'épaisseur, alignés sur le profil de l'épithélium pigmentaire et débutant à partir de 30 µm au-dessus de la bande de l'EP jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Ces étapes de 30 µm depuis la rétine externe jusqu'à la choroïde permettent d'obtenir une imagerie complète de l'ensemble de la lésion et de mettre en évidence les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen

Au-dessus du plan de l'EP

Sur le C-scan de 30 µm d'épaisseur, il n'y a aucun signe de signal de décorrélation visible qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne. (Figure 5 a, b, c)

On observe cependant quelques signaux modérément intenses qui sont dus à des « *pseudo-images* » de vaisseaux rétinien, entraînés par les réflectivités de l'EP ou par la proximité de quelques zones perfusées particulièrement intenses (choriocapillaire).

A la surface postérieure de l'EP

La section en C-scan suivante est placée à l'intérieur du DEP. Ici apparaît clairement un réseau néovasculaire essentiellement composé par des vaisseaux sinueux nombreux et finement anastomosés. (Figure 6 a, b, c)

Plus profondément au sein du DEP

Le C-scan suivant met en évidence un plan différent de la lésion dans lequel on voit apparaître de multiples vaisseaux fins arborisés et

formant à la périphérie une arcade continue. Ceci pourrait d'ailleurs être un bon **signe d'activité** de cette partie de la lésion. (Figure 7 a, b, c)

Au-dessous de la membrane de Bruch

Directement au sein de la choroïde, on peut voir certaines zones avec un signal hyper-intense modéré en même temps que de nombreux vaisseaux choroïdiens plus ou moins confluent deviennent visibles comme des structures hypo-intenses. (Figure 8 a, b, c)

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT-ANGIO :

Lésion néovasculaire de type I très étendue, encore active dans un secteur de la périphérie

Indication pour la prolongation du traitement

OCT-ANGIOGRAPHIE

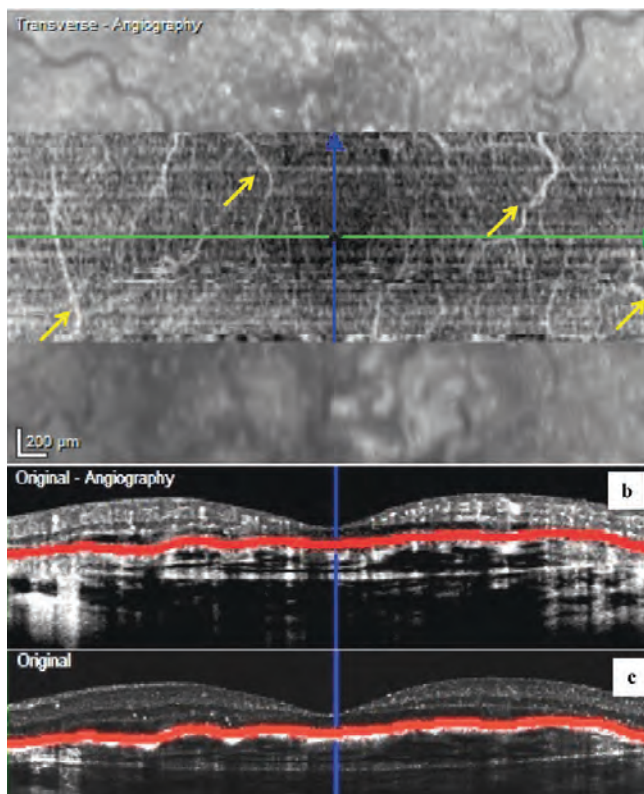


Figure 5 (a) : OCT-A : C-scan (30 μm au-dessus de l'EP) : Aucun signe de signal de décorrélation visible qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne. Quelques éléments d'un signal hyper-intense apparaissent et sont dus à des « *pseudo-images* » de vaisseaux rétiens (flèches jaunes) causées par la réflectivité de l'EP ou par la proximité de quelques structures très fortement perfusées (choriocapillaire).

Figure 5 (b) : B-scan en OCT-Angio (30 μm au-dessus de l'EP) : Un signal de décorrélation évident devient visible à la fois au niveau des vaisseaux rétiens et choroïdiens. De plus, un signal hyper-intense pathologique est aussi présent au-dessous de la zone analysée, entre l'EP et la membrane de Bruch.

Figure 5 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (30 μm au-dessus de l'EP) : l'OCT conventionnel est utile pour préciser la localisation exacte de la lésion et du C-scan étudié (au-dessous de l'EP). (Ligne rouge).

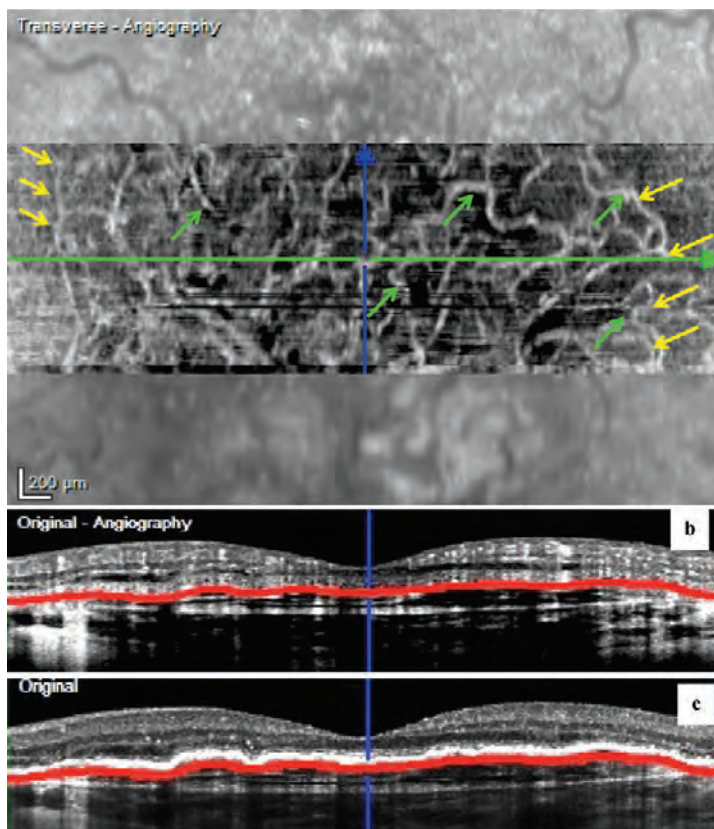
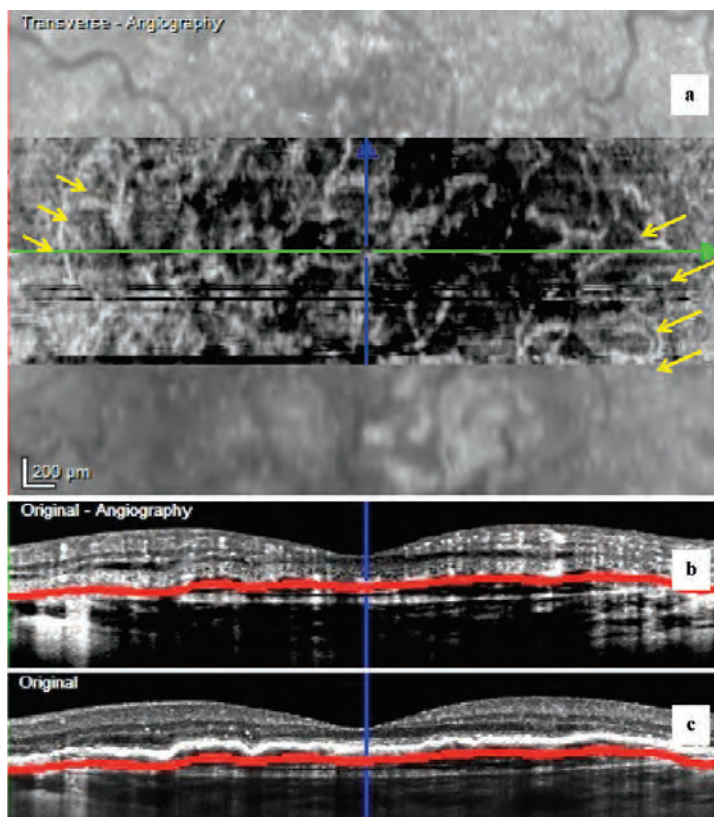


Figure 6 (a) : C-scan en OCT-A (face postérieure de l'EP) : La section en C-scan de 30 µm est placée à la surface postérieure de l'EP et, de ce fait, à l'intérieur du DEP. Ici devient nettement visible un réseau néo-vasculaire étendu essentiellement composé de fins vaisseaux, nombreux et sinueux (flèches vertes), finement anastomosés entre eux avec une arcade périphérique (flèches jaunes).

Figure 6 (b) : B-scan en OCT-Angio (face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT-Angio met en évidence la position du C-scan (lignes rouges), dans ce cas à la surface postérieure de l'EP.

Figure 6 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT conventionnel montre la position du C-scan (lignes rouges), dans ce cas, à la face postérieure de l'EP.



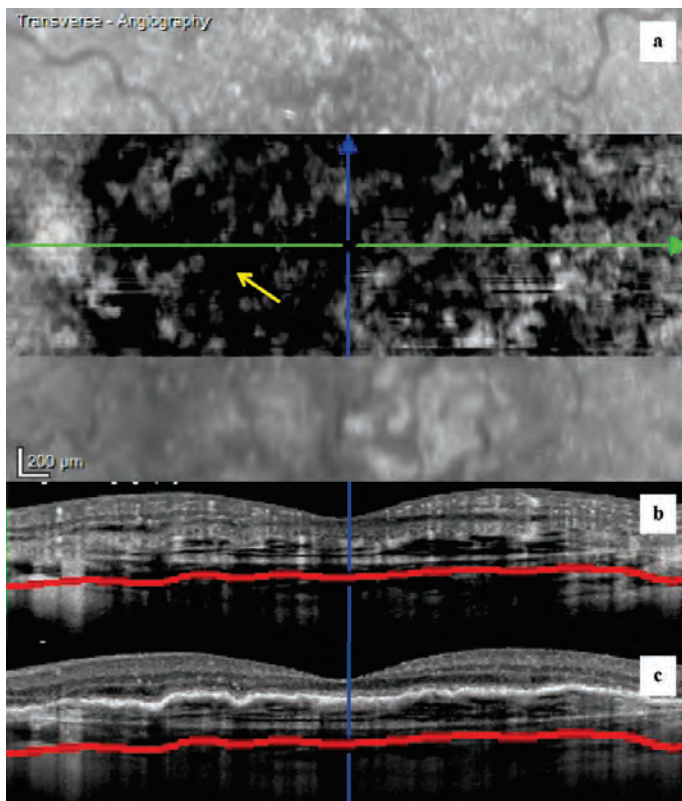


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessous de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 μm est placée en dessous de la membrane de Bruch, directement au sein de la choroïde. On peut voir ainsi de multiples zones de signal hyper-intense avec des vaisseaux choroïdiens volumineux, multiples, confluents, qui deviennent aussi visibles comme des structures hypo-intenses (*flèches jaunes*).

Figure 8 (b) : B-scan en OCT-Angiographie (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT-Angio met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas profondément à l'intérieur de la choroïde (en dessous de la membrane de Bruch).

Figure 8 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas profondément à l'intérieur de la choroïde (en dessous de la membrane de Bruch).

CAS CLINIQUE N° 3
NVC DE TYPE I ACTIF (SOUS ÉPITHÉLIAUX OU OCCULTES)
PERSISTANCE

SYNTHÈSE

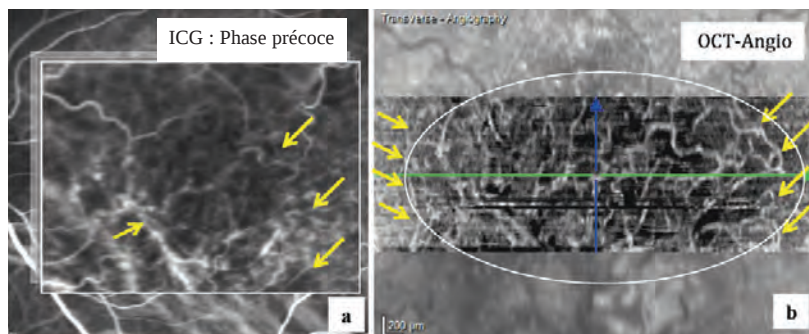


Figure 9 : L'Angiographie en Vert d'Indocyanine (gauche) et l'OCT-Angiographie (droite) mettent nettement en évidence la présence d'un réseau néovasculaire sous-épithélial ou occulte ou de Type I encore actif avec persistance de l'activité surtout sur la périphérie.

L'Angiographie en Vert d'Indocyanine, met en évidence une vaste membrane de NVC de Type I sous-épithéliaux, occultes, formant un réseau néovasculaire relativement mal défini au sein du DEP.

Il existe aussi de gros vaisseaux volumineux de type mature au centre de la lésion avec de fins réseaux anastomotiques à la périphérie. (*flèches jaunes*)

Sur l'OCT-Angiographie, on voit facilement un vaste réseau néovasculaire étendu, essentiellement composé de nombreux vaisseaux fins et sinueux (*flèches jaunes*), finement anastomosés avec, en outre, une arcade périphérique.

Le gros vaisseau de type mature au centre de la lésion n'est pas visible sur cette section puisqu'il est, en fait, beaucoup plus profond.

L'Angiographie en ICG et l'OCT-Angiographie mettent clairement en évidence un réseau néovasculaire de Type I sous-épithélial ou occulte.

Il s'agit d'une lésion de Type I, avec un centre partiellement stabilisé mais à la périphérie encore relativement active

La persistance de cette activité suggère, une indication de prolongation de traitement.

CHAPITRE VIII
Cas Clinique N° 4

TYPE I NVC
PERSISTANCE
(SOUS-EPITHELIAUX/OCCULTES)

CAS CLINIQUE N° 4

NVC de type I : Persistance

(Sous épithéliaux ou occultes)

SIGNES CLINIQUES

Cas clinique d'un homme de 68 ans qui se présente avec une baisse d'acuité visuelle progressive associée à des morphopsies et un scotome central à l'œil droit.

Un diagnostic avait déjà été porté de DMLA exsudative, traitée par de multiples injections intra-vitréennes d'anti-VEGF sur un schéma PRN, après une phase d'induction et ceci durant au moins les 20 mois précédents.

AV : OD 20/100 – OG : 20/40

L'examen bio-microscopique a mis en évidence une lésion maculaire étendue d'environ 2 DP. Il existe aussi de nombreux drusen fins bien visibles au pôle postérieur.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

Auto fluorescence (Figure 1 a, b)

Cette image met en évidence la présence d'une lésion hypo-fluorescente maculaire, partiellement entourée, surtout à la partie, inférieure par un halo d'hyper-fluorescence relativement intense.

Angiographie à la fluorescéine

A la phase veineuse précoce, une lésion maculaire hyper-fluorescente bien circonscrite devient visible avec des bords mal définis irréguliers (par coloration), suggérant une vaste DEP fibro vasculaire. De plus, de nombreux petits points hyper-fluorescents deviennent visibles occupant presque tout le pôle postérieur et dus à la présence de drusen. (Figure 2 a, b)

A la phase tardive de l'Angiographie, apparaît une hyper-fluorescence marquée de l'ensemble de la lésion, par coloration, sans aucun signe de diffusion.

Angiographie en Vert d'Indocyanine

Dès la phase artérioveineuse précoce, une large membrane néovasculaire de Type I (sous épithéliale ou occulte) apparaît, formant un réseau néovasculaire bien défini à l'intérieur du DEP. Il

existe de multiples vaisseaux volumineux de type mature irradiant depuis le centre vers la périphérie de la lésion. Le drainage de la lésion semble se faire vers le temporal inférieur de la choroïde.

A la phase veineuse tardive, les bords de la lésion sont mieux visibles avec une arcade anastomotique périphérique très bien définie (Figure 3 a, b)

Tomographie en cohérence optique (SD-OCT)

La dépression fovéale reste visible avec cependant une petite accumulation de fluide sous-rétinien très limitée, qui se traduit par un espace hypo-réfléctif rétro-fovéal.

Les couches rétinienne externe et particulièrement la couche nucléaire externe, sont relativement amincies ou peu détectables sur l'ensemble du scan. Il existe une interruption notable de la Membrane Limitante Externe et un gonflement de la zone Ellipsoïde. L'EP apparaît atrophique et difficile à distinguer des lésions fibrovasculaires hyper-réfléctives qui sont juste au dessous. (Figure 4 a, b)

Un DEP fibrovasculaire, soulevé en dôme, étendu et relativement épais, occupe presque toute la zone maculaire et entraîne un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. La membrane de Bruch est séparée du DEP et est bien visible distinctement. Le DEP a un aspect d'hyper-réfléctivité non homogène, probablement lié à la présence simultanée de néovaisseaux et de tissu cicatriciel.

La choroïde est amincie et, dans quelques zones, seuls les gros vaisseaux choroïdiens sont visibles.

DIAGNOSTIC EN IMAGERIE MULTIMODALE

Lésion néovasculaire de Type I, étendue, avec encore une certaine activité suggérant une persistance modérée

Nécessité de la prolongation du traitement.

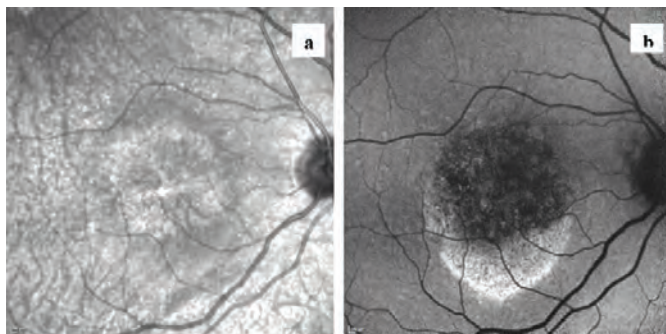


Figure 1 (a)-infrarouge : lésion maculaire étendue d'environ 2 DP, associée à de nombreux drusen bien visibles au pôle postérieur, surtout au bord de la lésion.

Figure 1 (b)-auto fluorescence : présence d'une lésion maculaire hypo-fluorescente étendue, partiellement entourée, essentiellement à sa partie inférieure, par un halo d'hyper-auto-fluorescence intense.

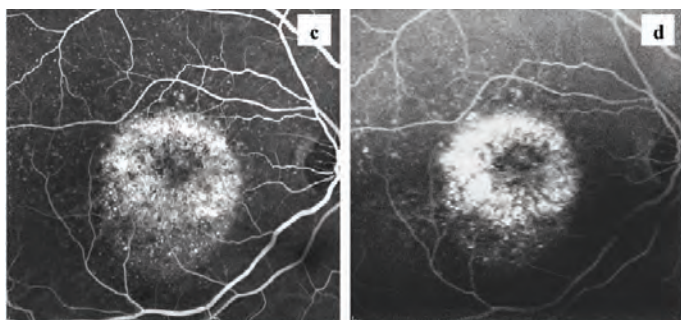


Figure 2 (a)- Angiographie à la Fluorescéine (phase artérioveineuse) : lésion maculaire hyper-fluorescente bien délimitée avec des bords mal définis irréguliers (coloration), suggérant un DEP fibrovasculaire étendu. De plus, de nombreux petits points hyper-fluorescents sont visibles occupant presque tout le pôle postérieur, dus à la présence de drusen.

Figure 2 (b)- Angiographie à la Fluorescéine (phase tardive) : Hyper-fluorescence accentuée de l'ensemble de l'aire de la lésion, due à un effet de coloration sans signes décelables de diffusion de fluorescéine.

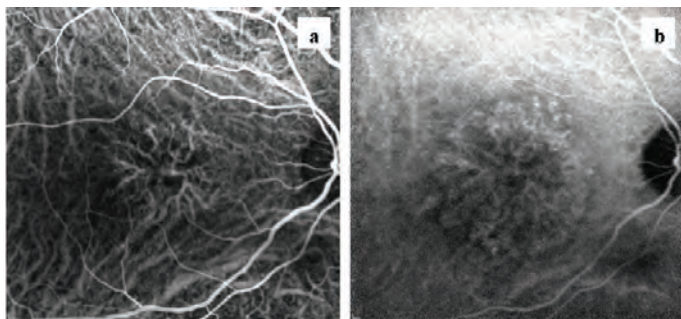


Figure 3 (a) Angiographie en Vert d'Indocyanine (phase artérioveineuse) : La lésion de NVC de Type I (sous épithéliaux ou occultes) devient bien visible formant un réseau néovasculaire bien défini à l'intérieur du DEP. Il existe de nombreux vaisseaux volumineux, matures, irradiant depuis le centre vers la périphérie de la lésion. Le drainage de l'ensemble semble se faire directement vers le quadrant inféro-temporal de la choroïde.

Figure 3 (b)- Angiographie en vert d'Indocyanine (phase tardive) : A la phase tardive, les bords de la

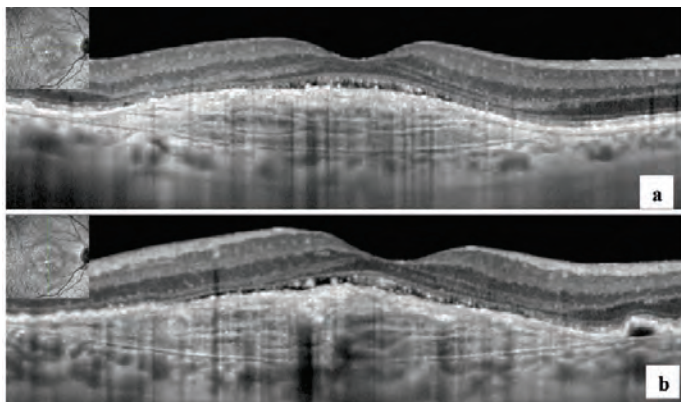


Figure 4 (a) et (b)-SD-OCT : La dépression fovéale est encore visible et il existe une accumulation de fluide sous rétinien limitée, se traduisant par un espace hypo-réfléctif rétro fovéal. Les couches rétinienues externes sont amincies ou mal visibles dans l'ensemble du scan. Il existe des interruptions notables de la Membrane Limitante Externe et un gonflement de la Zone Ellipsoïde. Un DEP fibrovasculaire étendu, épais, en forme de dôme, occupe presque toute la région maculaire et détermine un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. La membrane de Bruch est détachée de l'EP et bien visible. Le DEP a un aspect hyper-réfléctif non homogène, probablement lié à la présence simultanée de néovaisseaux et de tissu de cicatrisation. La choroïde est amincie dans certaines zones et seuls de gros vaisseaux choroïdiens sont visibles.

ANGIOGRAPHIE EN OCT

L'angiogramme en OCT est évalué avec de multiples C-scans transverses de 30 μm d'épaisseur, débutant à 30 μm au-dessus de l'EP et allant jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Ces étapes de 30 μm , d'analyse de la rétine externe et de la choroïde permettent d'obtenir une vue complète de l'ensemble de la lésion et mettent en évidence les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen.

Au-dessus de l'EP (Figure 5 a, b, c) :

Sur ce C-scan de 30 μm d'épaisseur, il n'existe pas de signal de décorrélation nettement visible qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne.

Le signal hyper-intense est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétinien liés à la réflectivité sur l'EP ou par proximité avec certaines structures intensément perfusées telles que la choriocapillaire.

A la surface postérieure de l'EP (Figure 6 a, b, c) :

La section C-scan suivante est placée de ce fait à l'intérieur du DEP rendant nettement visible un aspect « en roue » avec des rayons radiaires vers la périphérie. Le centre de la lésion est essentiellement occupé par de gros vaisseaux de type mature qui se divisent ensuite en vaisseaux plus petits très nombreux vers la périphérie.

Plus en profondeur à l'intérieur du DEP (Figure 7 a, b, c) :

Le C-scan suivant met en évidence l'ensemble de l'extension horizontale du réseau néovasculaire.

Ce réseau est finement anastomosé avec de nombreuses branches ramifiées relativement

finies, irradiant depuis le centre vers la périphérie et formant par endroits quelques arcades vasculaires périphériques bien définies.

Cet aspect, avec les réseaux nombreux anastomosés et l'arcade périphérique, pourrait être l'indice de la persistance d'activité en différents points de la périphérie de la lésion.

Au-dessous de la membrane de Bruch (Figure 8 a, b, c) :

Directement à l'intérieur de la choroïde il devient possible de voir un signal hyper-intense diffus, possiblement dû à des reliquats de choriocapillaire et de la couche de Sattler avec une zone centrale fortement hypo-intense.

Ceci est probablement causé par la présence de gros confluent veineux choroïdiens de drainage immédiatement au-dessous de la lésion.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT-ANGIOGRAPHIE

Lésion néovasculaire de Type I, étendue, arrivée à un stade de maturité dans sa partie centrale, avec une activité très limitée mais présentant encore des signes d'activité à la périphérie

>Induisant une prolongation du traitement.

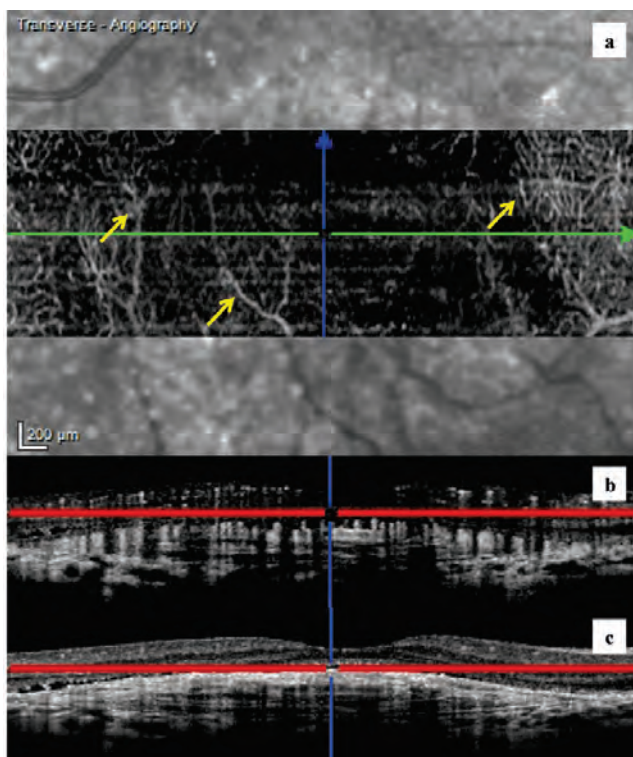


Figure 5 (a)-OCT : OCT-A (30 µm au-dessus de l'EP) : Pas de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à des NVC. Le signal hyper-intense est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétiens (*flèches jaunes*) entraînées par la réflectivité sur l'EP ou par la proximité de certaines zones fortement perfusées (choriocapillaire).

Figure 5 (b)-B-scan en OCT Angio (30 µm au-dessus de l'EP) : un signal de décorrélation est bien visible à partir des vaisseaux rétiens et choroïdiens. De plus, un signal hyper-intense pathologique est lui aussi présent au-dessous de la zone observée (*ligne rouge*).

Figure 5 (c)-B-scan en OCT Conventionnel (30 µm au-dessus de l'EP) : L'OCT Conventionnel est utile pour identifier la localisation exacte de la lésion (au-dessus de l'EP) (*ligne rouge*), ainsi que la présence de liquide sous-rétinien.

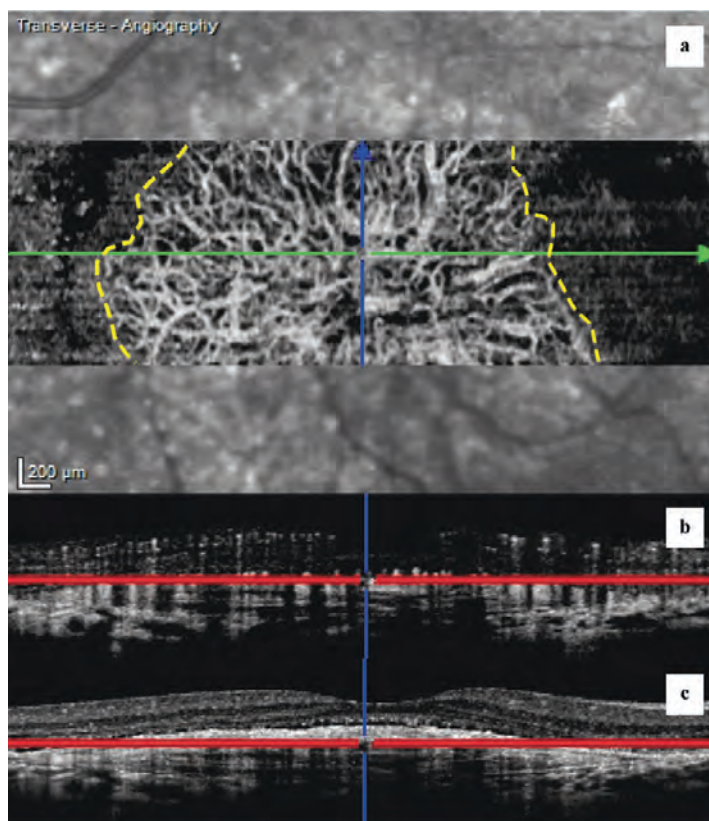


Figure 6 (a) : OCT-A : C-scan (à la face postérieure de l'EP) : La section en C-scan de 30 µm est placée à la face postérieure de l'EP (voir 6b – 6c) et donc à l'intérieur du DEP. Les néovaisseaux radiaires placés en forme « de roue », très effilés vers l'extérieur de la périphérie sont bien visibles (*ligne pointillée jaune*). Le centre de la lésion est essentiellement constitué de gros vaisseaux de type mature qui se divisent ensuite en vaisseaux, plus nombreux, beaucoup plus fins, et anastomosés vers la périphérie, sans qu'il y ait d'arcade périphérique bien visible.

Figure 6 (b) : B-scan en OCT-Angio (à la face postérieure de l'EP) : Les B-scan en OCT-Angio mettent en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, à la face postérieure de l'EP.

Figure 6 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT Conventionnel montre la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, à la face postérieure de l'EP.

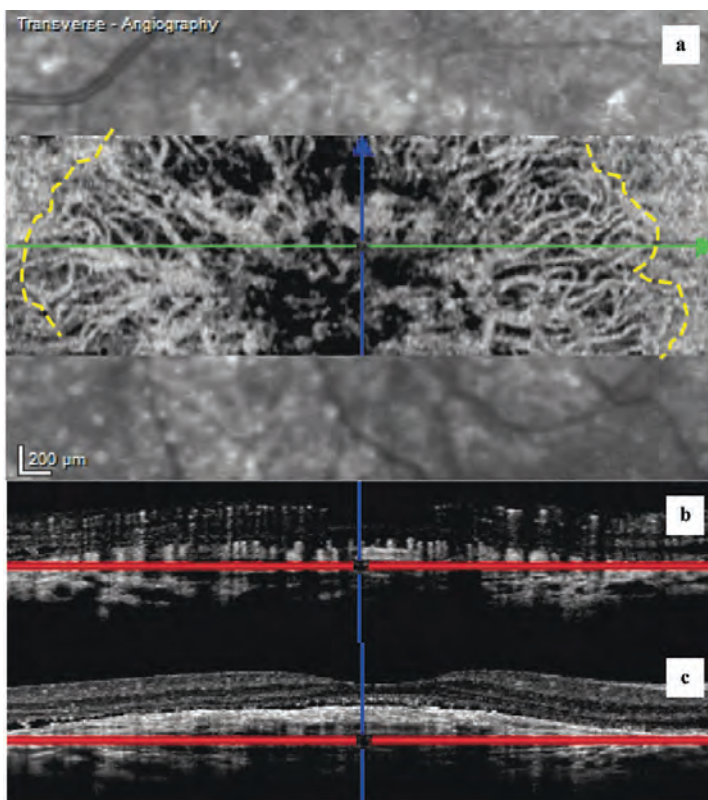


Figure 7 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessus de la membrane de Bruch) : la section en C-scan de 30 μm est placée plus profondément à l'intérieur du DEP immédiatement au-dessus de la membrane de Bruch. Cette section met en évidence l'ensemble du réseau néovasculaire sur le plan horizontal (*ligne pointillée jaune*).

Ce réseau est très finement anastomosé, avec de très nombreux vaisseaux fins anastomosés entre eux, irradiant depuis le centre vers la périphérie où ils forment parfois des arcades transverses périphériques. La présence de ces rameaux et de ces arcades pourrait être un indice de persistance d'activité ou de récurrence de la lésion.

Figure 7 (b) : B-scan en OCT-Angiographie (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT-Angio montre la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, plus en profondeur à l'intérieur du DEP juste au-dessus de la membrane de Bruch.

Figure 7 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventionnel montre la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, plus en profondeur à l'intérieur du DEP au-dessus de la membrane de Bruch.

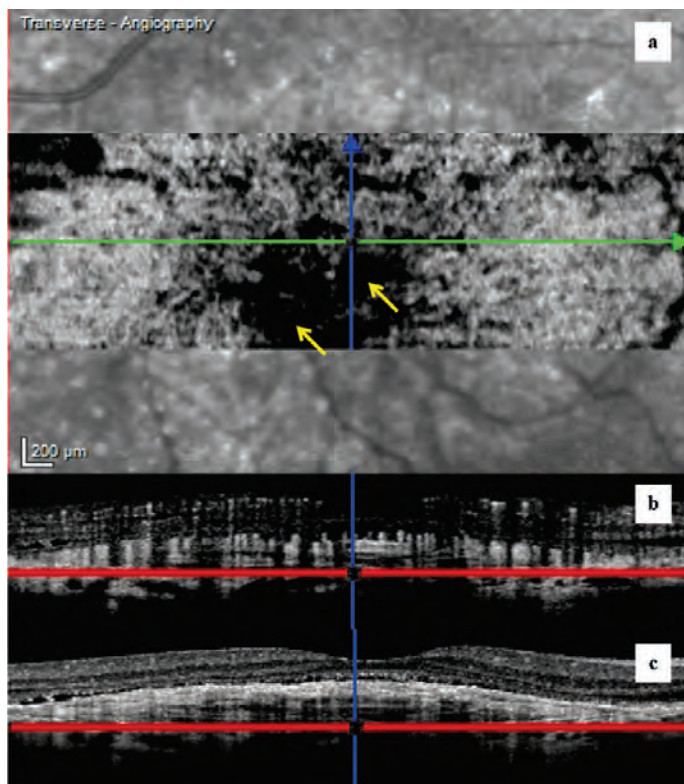


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (en dessous de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 μm est placée en dessous de la membrane de Bruch, directement au niveau de la choroïde. Ceci permet de voir un signal hyper-intense diffus lié aux reliquats de la choriocapillaire et de la couche de Sattler avec une zone centrale hypo-intense diffuse, mal délimitée, liée probablement à l'existence de gros vaisseaux de drainage choroïdiens confluents, immédiatement au-dessous de la lésion.

Figure 8 (b) : B-scan en OCT-Angio (en dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT-Angio met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas en dessous de la membrane de Bruch.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT Conventiennel (en dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT- Conventiennel montre la position du C-scan (*lignes rouges*), au-dessous de la membrane de Bruch.

CAS CLINIQUE N° 4 : NVC TYPE I PERSISTANCE (sous épithéliaux/Occultes)

SYNTHÈSE

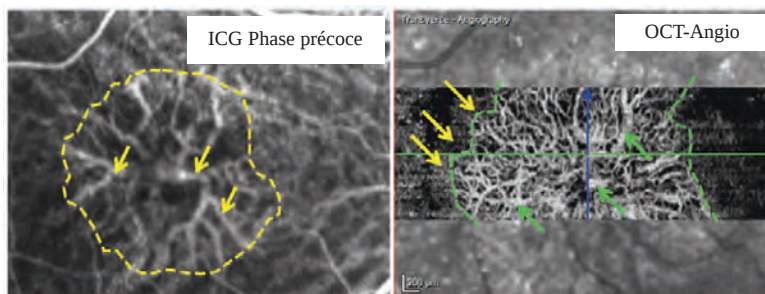


Figure 9 : ICG-A et OCT-A : mise en évidence de NVC Type I (sous épithéliaux/Occultes)

En ICG-A, présence d'un vaste NVC de type I (sous épithéliaux/Occultes), dès la phase artérioveineuse précoce, formant un réseau néovasculaire bien défini (ligne pointillée jaune), au sein du DEP

Nombreux **vaisseaux volumineux de type «mature»**, au centre de la lésion (flèches jaunes), irradiant depuis le centre vers la périphérie.
Pas de très fins vaisseaux visibles à la périphérie.

En OCT-A, un NVC en forme de «roue avec de multiples rayons radiaires» (ligne pointillée verte).

Le centre de la lésion est occupé par de nombreux vaisseaux de type «mature» (flèches vertes), se divisant en de multiples rameaux plus fins, vers la périphérie.

Quelques anastomoses et des arcades périphériques partielles.

Un halo sombre péri-lésionnel modéré.

L'ICG-A et L'OCT-A mettent bien en évidence un réseau néo-vasculaire de type I (sous épithéliaux/Occultes),

Il s'agit donc d'une lésion de «Type I», avec un réseau étendu, de néo-vaisseaux (sous épithéliaux/Occultes). La présence simultanée de vaisseaux volumineux de type «mature» au centre et de vaisseaux plus fins et ramifiés à la périphérie de la lésion, encore bien perfusés et anastomosés, indique probablement une lésion déjà ancienne, mais encore active sur ses bords périphériques, suggérant une indication à la prolongation du traitement

CHAPITRE IX

Cas Clinique : N° 5

NVC TYPE I

(SOUS ÉPITHÉLIAUX/OCCULTES)
QUIESCENTS/RECIDIVANTS

CAS CLINIQUE N° 5

NVC de Type I QUIESCENTS/RECIDIVANTS

Signes cliniques :

Cas clinique d'un homme de 75 ans avec un diagnostic déjà connu de DMLA exsudative à l'œil droit, traitée par injections intra-vitréennes d'anti-VEGF avec un schéma PRN. Le patient est actuellement suivi avec un protocole de surveillance mensuelle.

Acuité visuelle : OD : 20/100 - OG : 20/25

L'examen biomicroscopique a révélé une lésion extensive d'environ 3 DP de diamètre, s'étendant au-delà des limites habituelles de la région maculaire.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

Auto fluorescence (Figure 1 a, b)

L'image met en évidence la présence d'une large lésion hypo-fluorescente maculaire, liée à une altération notable du pigment maculaire entourée d'un halo hyper-fluorescent, de forme ovale, assez intense.

Angiographie à la fluorescéine (Figure 2 a, b)

A la phase artérioveineuse précoce apparaît une lésion maculaire étendue avec des bords bien définis. La lésion semble faite de deux composantes, divisées par une zone d'hypo-fluorescence en forme de croissant. De plus, de nombreux pin-points hyper ou hypo-fluorescents sont visibles occupant l'ensemble de l'aire maculaire.

A la phase tardive de l'angiographie, on note une hyper-fluorescence marquée de chacune des deux composantes de la lésion avec un effet de coloration mais sans signe notable de diffusion du colorant.

Angiographie en Vert d'Indocyanine (Figure 3 a, b).

Dès le début de la phase artérioveineuse précoce un vaste NVC de Type I (sous épithélial ou occulte) est visible formant un réseau néovasculaire bien défini. Il existe de nombreux vais-

seaux volumineux de type «mature» irradiant depuis le centre vers la périphérie des néovaisseaux. Le drainage de la lésion semble se faire avec une légère prédominance vers le cadran supérieur temporal de la choroïde.

A la phase veineuse tardive, les bords des NVC sont mieux visibles. Dans la région temporale de la lésion, une zone d'hyper-fluorescence en croissant est bien décelable, probablement due à des altérations de l'épithélium pigmentaire et de la choroïde sous-jacente

Tomographie en Cohérence Optique (SD-OCT) (Figure 4 a, b)

La dépression fovéale est encore visible. Il n'y a pas d'accumulation de fluide sous-rétinien. Les couches rétinienues externes et particulièrement, la couche nucléaire externe, sont très amincies en regard du DEP fibro vasculaire très étendu.

Il existe une interruption notable de la Limitante Externe et de la Zone Ellipsoïde. L'EP, dans quelques endroits, apparaît atrophique et ne peut plus être distingué de la lésion fibro vasculaire et hyper-réflexive sous-jacente .

Un DEP fibro vasculaire volumineux, en dôme, occupe presque toute la zone maculaire, entraînant un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. Le DEP a un aspect non homogène, hyper-réflexif, probablement lié à la présence de néovaisseaux et de tissu cicatriciel.

La choroïde est nettement amincie, et dans quelques zones on voit seulement persister quelques larges vaisseaux choroïdiens (type de couche de Haller).

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'IMAGERIE MULTIMODALE

Lésion néovasculaire de Type I, étendue, de type quiescent, sans accumulation de fluide.

Pas d'indication pour un retraitement.

TRADITIONAL MULTIMODAL IMAGING

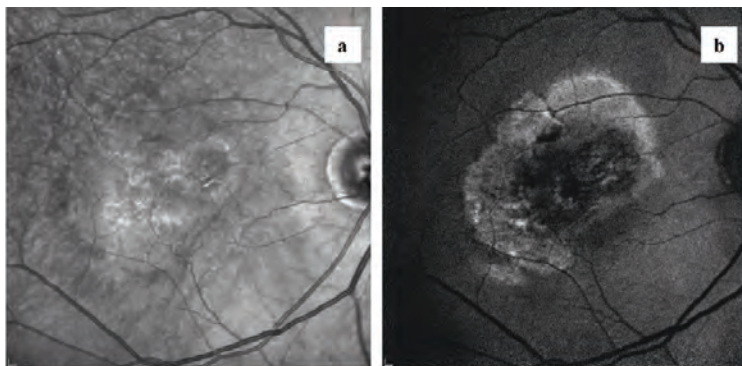


Figure 1 (a) – Infra Rouge : Lésion étendue d'environ 3 DP s'étendant au-delà des bords de la zone maculaire.

Figure 1 (b)- Auto-fluorescence : Large lésion maculaire hypo-fluorescente (liée à une altération importante du pigment xanthophylle) et entouré par un halo hyper-fluorescent de forme ovale assez accentuée.

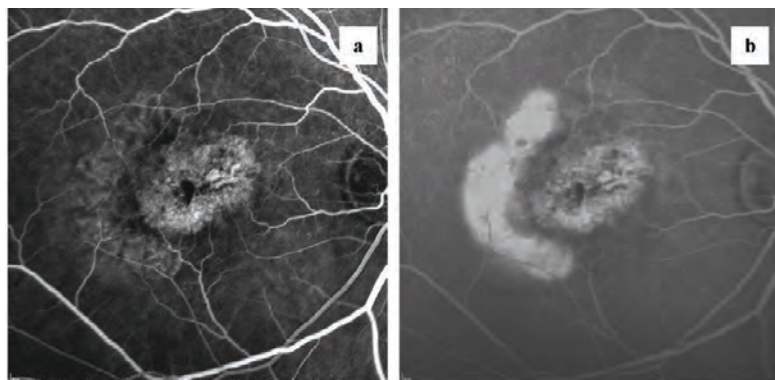


Figure 2 (a)-Angiographie à la fluorescéine (phase artérioveineuse) : Vaste lésion maculaire hyper-fluorescente avec des bords bien définis. La lésion semble comporter deux composants hyper-fluorescents séparés par une zone hypo-fluorescente en forme de croissant. De nombreux pin points hyper-fluorescents sont aussi visibles occupant toute la région maculaire.

Figure 2 (b)- Angiographie à la fluorescéine (phase tardive) : hyper-fluorescence marquée des deux composants de la lésion probablement par effet de coloration sans qu'il y ait des signes de diffusion notable de la fluorescéine.

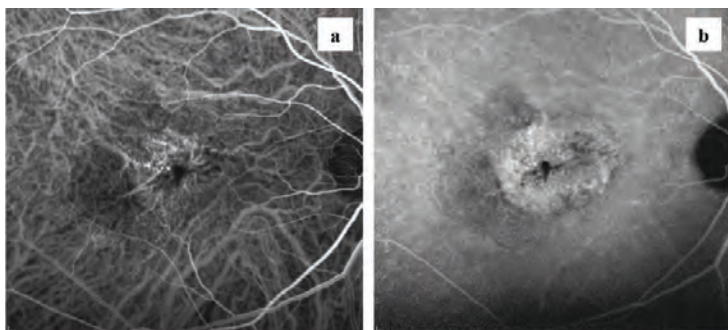


Figure 3 (a) – Angiographie en vert d'Indocyanine (phase artérioveineuse) : Une vaste lésion de Type I (sous-épithéliale ou occulte) est observée, comportant un réseau néovasculaire bien défini. Il existe de nombreux vaisseaux volumineux de type mature, irradiant depuis le centre vers la périphérie. Le drainage d'ensemble de la lésion semble se faire vers le quadrant supéro-temporal de la choroïde.

Figure 3 (b) - Angiographie en Vert d'Indocyanine (phase tardive) : Les bords de la membrane néovasculaire sont mieux visibles. En temporal de la lésion, il existe une zone d'hyper-fluorescence en forme de croissant probablement due à l'altération de l'épithélium pigmentaire de la choroïde sous-jacente.

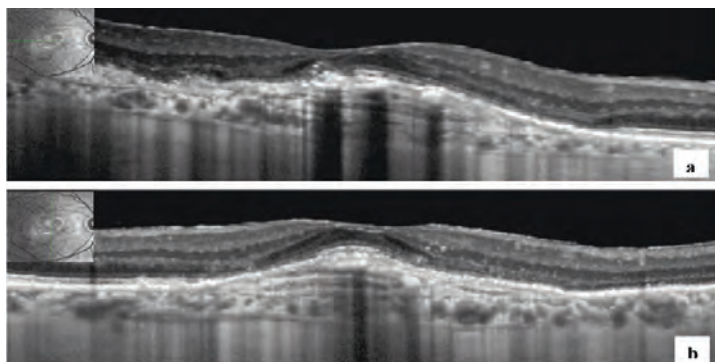


Figure 4 (a) et 4 (b)- SD-OCT : La dépression fovéale est encore visible partiellement. Il n'y a pas d'accumulation de fluide sous-rétinien. Les couches rétinienne externes, principalement la Couche Nucléaire Externe sont très amincies en particulier en regard du DEP fibrovasculaire étendu.

Il existe une altération notable et une interruption de la Membrane Limitante Externe et de la Zone Ellipsoïde. Par endroits, l'EP apparaît atrophique et ne peut plus être distingué des lésions fibrovasculaires hyper-réfléctives sous-jacentes. Il existe un vaste DEP fibrovasculaire en forme « de dôme » occupant presque toute la région maculaire et qui entraîne un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. Le DEP a un aspect hyper-réfléctif non-homogène, probablement dû à la présence simultanée de néovaisseaux et de tissu cicatriciel.

La choroïde est nettement amincie dans certaines zones avec quelques vaisseaux choroïdiens volumineux (couche de Haller) encore visibles.

OCT - ANGIOGRAPHIE

L'Angiogramme en OCT est évalué avec de multiples C-scan de 30 μm d'épaisseur alignés sur le profil de la membrane de Bruch et débutant à 30 μm au-dessus de l'EP et allant ensuite jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Ces étapes de 30 μm depuis la rétine externe jusqu'à la choroïde permettent une analyse et une imagerie complètes de la lésion en faisant apparaître les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen .

Au-dessus de l'EP. (Figure 5 a, b, c)

Dans ce C-scan de 30 μm d'épaisseur, juste au-dessus de l'EP, il n'y a pas d'aspect de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne.

Quelques « signals » intenses sont dus à des pseudo-images venues de vaisseaux rétinien causées par la réflectivité de l'EP ou par la proximité de quelques structures intensément perfusées (choriocapillaire).

A la surface postérieure de l'EP. (Figure 6 a, b, c)

La section C-scan suivante est placée à la face postérieure de l'EP et, de ce fait, à l'intérieur de du DEP. Quelques fins vaisseaux sont visibles formant déjà un réseau néovasculaire mal défini.

Plus profondément au sein du DEP. (Figure 7 a, b, c).

Le C-scan suivant, plus profondément à l'intérieur du DEP, met en évidence une NVC bien définie.

Le centre de la lésion est essentiellement occupé par de gros vaisseaux, volumineux, de type mature, se divisant ensuite en de nombreux vaisseaux fins vers la périphérie.

Il n'y a pas d'arcade périphérique visible et relativement peu d'anastomoses.

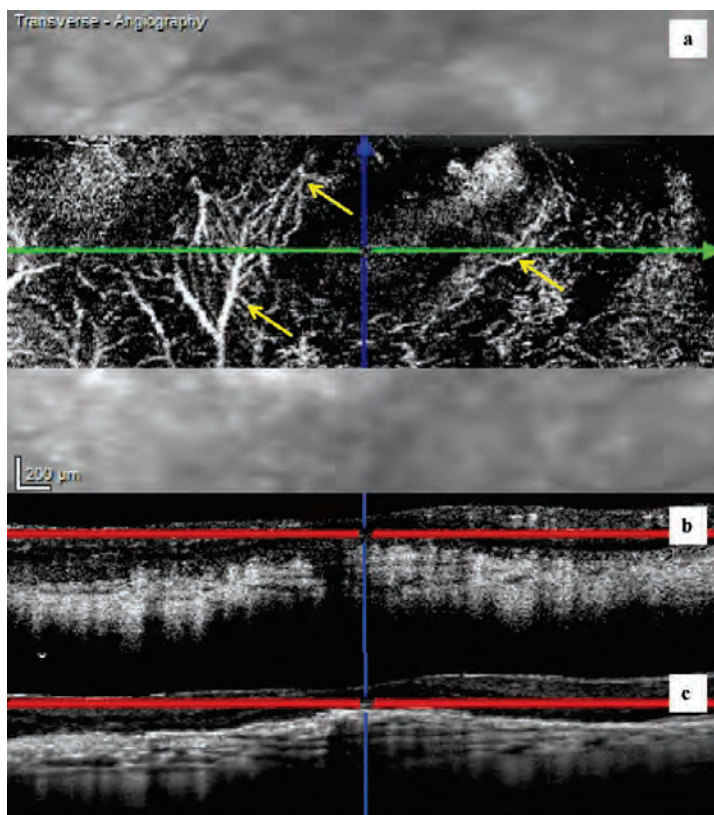
Au-dessous de la membrane de Bruch. (Figure 8 a, b, c)

En dessous de la membrane de Bruch, directement au niveau de la choroïde, on peut voir un signal diffus hyper-intense, probablement causé par des reliquats de la choriocapillaire et de la couche de Sattler avec des structures centrales hypo-intenses dues aux gros vaisseaux choroïdiens de drainage immédiatement en arrière de la lésion.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT- ANGIOGRAPHIE :

Lésion néovasculaire de Type I très étendue et d'aspect mature stabilisée sans signe évient d'activité.

Pas d'indication à une prolongation du traitement mais suivi attentif en raison du doute évolutif

OCT – ANGIOGRAPHIE

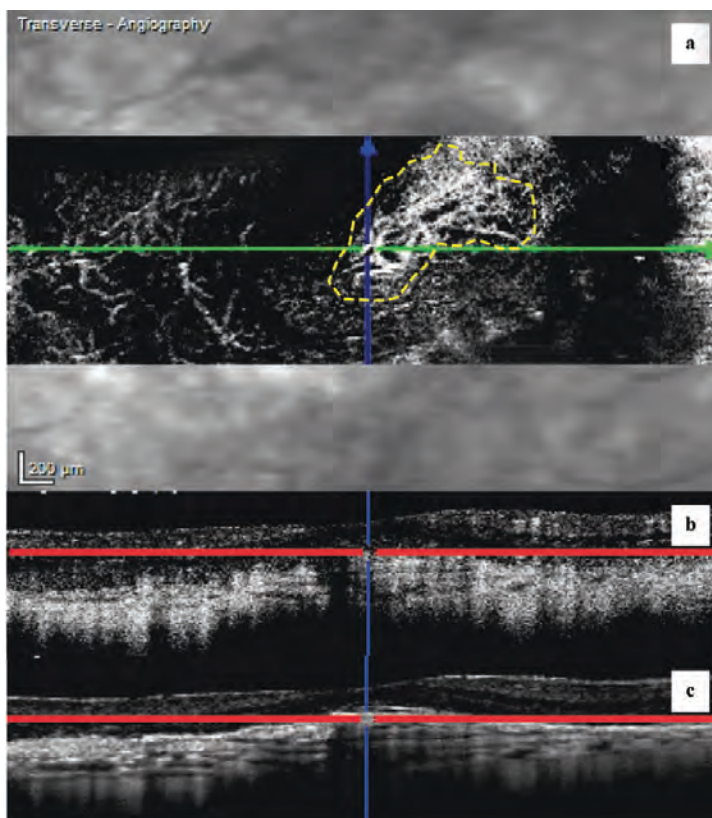
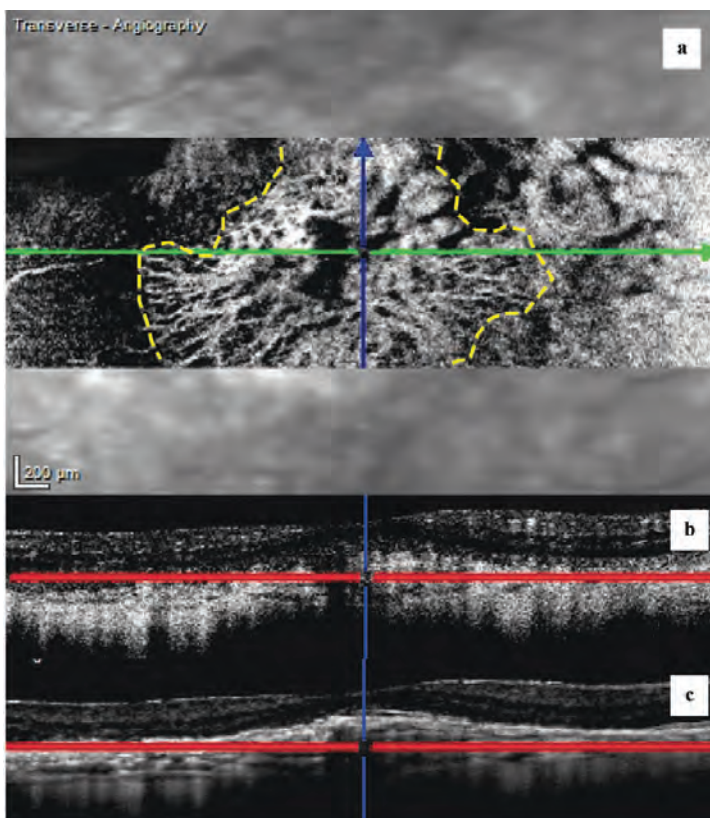


Figure 6 – (a) : OCT-A : C-scan (à la face postérieure de l'EP) : Cette section en C-scan de 30 µm est placée à la face postérieure de l'EP et de ce fait à l'intérieur du DEP. Quelques fins vaisseaux sont visibles constituant un réseau néovasculaire mal défini (*ligne jaune pointillée*).

Figure 6 - (b) : B-scan en OCT-Angio (à la face postérieure de l'EP) : le B-scan en OCT-Angiographie montre la position du C-scan (lignes rouges), à la face postérieure de l'EP.

Figure 6 - (c) : B-scan en OCT Conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : le B-scan en OCT-Conventional montre la position du C-scan (*lignes rouges*), à la face postérieure de l'EP. (*lignes rouges*)



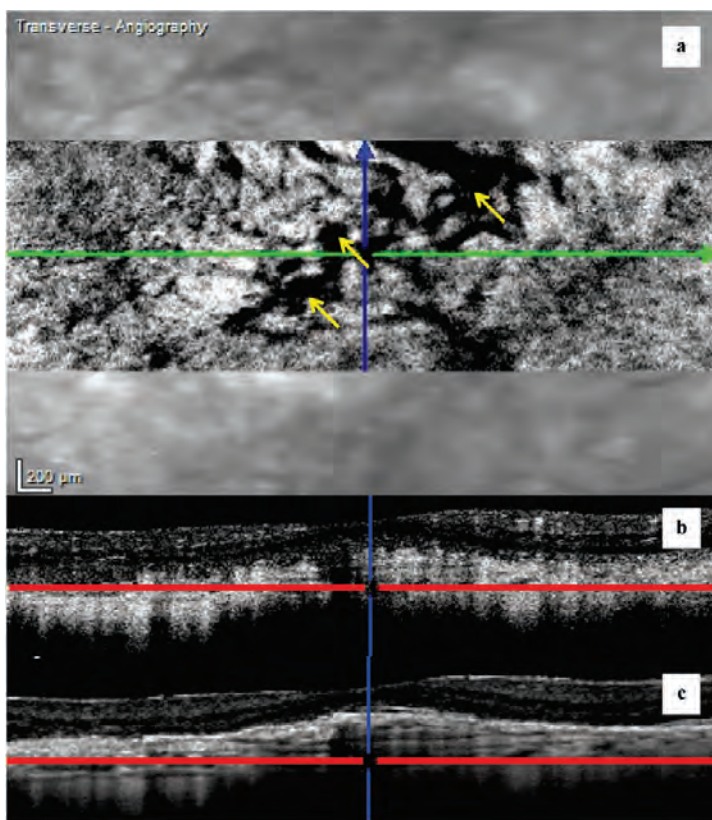


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (en dessous de la membrane de Bruch) : La section en C-scan de 30 μm est cette fois-ci positionnée en dessous de la membrane de Bruch directement au niveau de la choroïde. On peut apercevoir un signal hyper-intense diffus probablement lié à des reliquats de choriocapillaire et de la couche de Sattler avec des structures tubulaires hypo-intenses (*flèches jaunes*) liées aux vaisseaux de drainage choréïdiens immédiatement au-dessous de la lésion.

Figure 8 (b) : B-scan en Angio-OCT (en dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en Angio-OCT met en évidence la position du C-scan, dans ce cas, au sein de la choroïde et en dessous de la MB.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT-Conventionnel (en dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT-Conventionnel montre la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, au sein de la choroïde et en dessous de la membrane de Bruch.

**CAS CLINIQUE N° 5 : NVC TYPE I
QUIESCENTS/RECIDIVANTS
(sous-épithéliaux/occultes)
SYNTHÈSE**

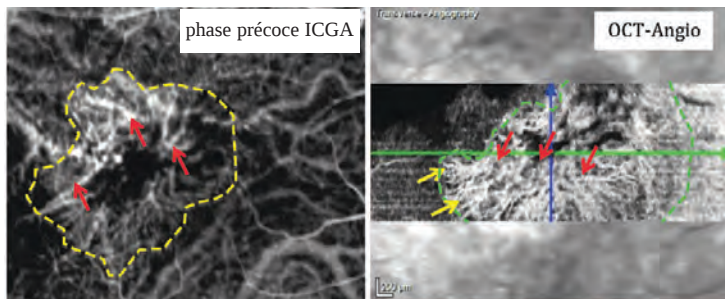


Figure 9 : L'ICGA (à gauche) et l'OCT-angiographie (à droite) montrent bien un réseau néovasculaire sous-épithélial (occulte) ou de type I.

L'ICGA met en évidence un vaste réseau de NVC de Type I (sous-épithélial/occulte) (*ligne jaune pointillée*).

Il existe plusieurs vaisseaux volumineux, matures (*flèches rouges*) rayonnant à partir du centre vers la périphérie de la CNV.

Pas de fins rameaux ni arcade EN périphérie.

L'OCT-A montre des NVC bien circonscrits (*ligne verte pointillée*).

Le centre de la lésion est essentiellement rempli par de volumineux vaisseaux matures (*flèches rouges*), que se ramifient en de nombreux minuscules vaisseaux, assez richement anastomosée (*flèches jaunes*) d'aspect intermédiaire, sans arcade bien définie ni aspect en « arbre mort ».

L'ICGA (à gauche) et l'OCT-angiographie (à droite) montrent bien un réseau néovasculaire sous-épithélial (occulte) ou de type I.

C'est une « lésion de Type I », avec un vaste réseau néovasculaire, sous-épithélial ou occulte. La présence simultanée de volumineux vaisseaux matures au centre, et de fins rameaux en périphérie de la lésion, avec quelques rares arcades périphériques, suggère une lésion quiescente mais encore suspecte (fins rameaux en périphérie), suggérant donc une surveillance attentive.

CHAPITRE X

Cas Clinique N° 6

NVC Type I
QUIESCENTS

CAS CLINIQUE N° 6

NVC de Type I

QUIESCENTS

*(Sous épithéliaux ou occultes)***Signes cliniques**

Cas clinique d'une femme de 89 ans avec un diagnostic connu de DMLA exsudative, traitée par des injections intra-vitréennes d'anti-VEGF et suivie régulièrement tous les mois.

Acuité Visuelle OD : 20/100 - OG : 20/40

Examen bio microscopique

Lésion maculaire d'environ 1 DP, associée à la présence de nombreux drusen fins, visibles dans tout le pôle postérieur et surtout au bord de la lésion.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE**Auto fluorescence (Figure 1 a, b)**

L'image met en évidence une lésion hypo-fluorescente fovéale irrégulière, liée à une altération de l'épithélium pigmentaire, partiellement entourée d'un halo légèrement hyper-fluorescent.

Angiographie à la Fluorescéine, (Figure 2 a, b)

Dès la phase veineuse précoce on observe une lésion maculaire mal délimitée, hyper-fluorescente, avec des bords irréguliers et de nombreux pin-points. De plus, on observe de nombreux petits points hyper-fluorescents occupant presque tout l'ensemble de l'aire maculaire et liés à la présence de drusen.

A la phase tardive de l'Angiographie à la fluorescéine, la zone hyper-fluorescente ne s'étend pas, (coloration simple) et ne montre pas de signe notable de diffusion du colorant.

Angiographie en Vert d'Indocyanine (Figure 3 a, b)

Dès la phase veineuse précoce, une lésion de NVC de Type I (sous épithéliaux ou occultes) devient visible. Il existe en outre de gros vaisseaux de type «mature» irradiants depuis le centre vers la périphérie de la lésion. Le drainage de la lésion semble essentiellement orienté vers le quadrant supérieur et temporal de la choroïde.

A la phase veineuse tardive, les bords de la lésion sont mieux visibles. On observe aussi une altération de l'EP et de la choroïde tout autour de la lésion.

Tomographie en Cohérence Optique (SD-OCT) (Figure 4 a, b)

La dépression fovéale persiste et il n'y a pas d'accumulation de liquide sous-rétinien. Il existe des interruptions localisées de la Zone Ellipsoïde.

Un DEP fibrovasculaire « en forme de dôme », peu marqué, occupe presque tout l'ensemble de la région maculaire et entraîne un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'IMAGERIE MULTIMODALE

Lésion néovasculaire de Type I et d'aspect actuellement quiescent.

Pas d'indication thérapeutique par injections intra-vitréennes.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

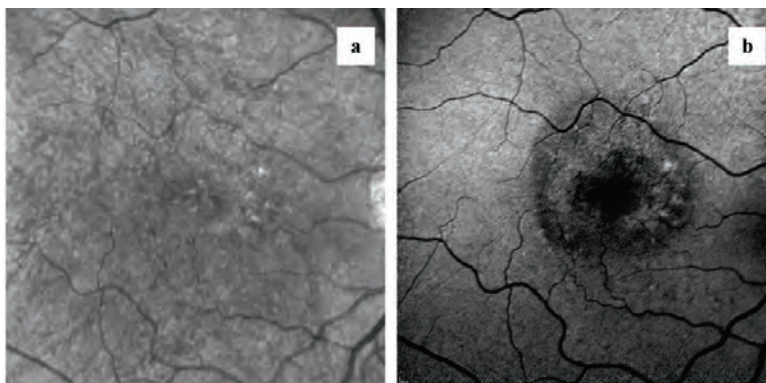


Figure 1 (a) - Infra Rouge : Lésion maculaire d'environ 1 DP associée à de nombreux fins drusen bien visibles dans tout le pôle postérieur et particulièrement au bord de la lésion.

Figure 1 (b) – Auto fluorescence : L'image met en évidence une lésion fovéale hypo-fluorescente irrégulière partiellement entourée par un halo légèrement hyper-fluorescent.

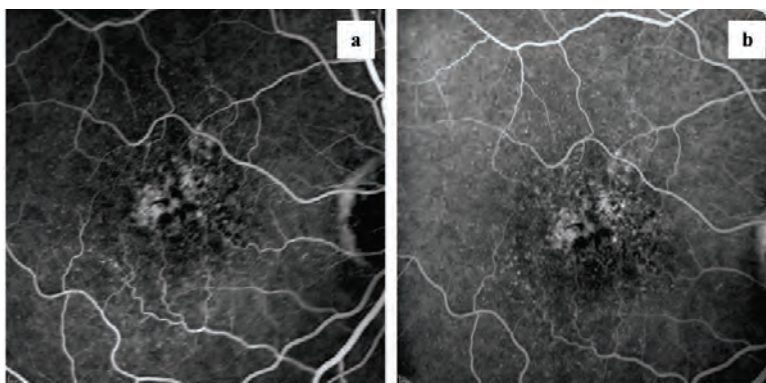


Figure 2 (a) – Angiographie à la fluorescéine (phase artérioveineuse) : lésion maculaire hyper-fluorescente mal délimitée avec des bords mal précisés et de nombreux pin points. En outre, on note de nombreux points hyper-fluorescents, occupant tout l'ensemble du pôle postérieur lié à la présence des drusen.

Figure 2 (b) – Angiographie à la fluorescéine (phase tardive) : La zone hyper-fluorescente n'augmente pas (coloration simple) et ne met pas en évidence de signes de diffusion du colorant.

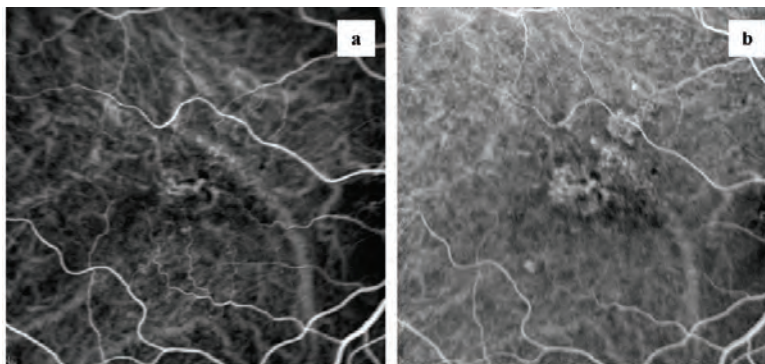


Figure 3 (a)-Angiographie en ICG (phase artérioveineuse) : Des NVC de Type I sous-épithéliaux ou occultes sont visibles dès la phase veineuse précoce. Il existe en outre de gros vaisseaux multiples de type mature irradiant depuis le centre vers la périphérie de la lésion. Le drainage de la lésion semble être orienté essentiellement vers le cadran supérieur et temporal de la choroïde.

Figure 3 (b)-Angiographie en ICG (phase tardive) : A la phase veineuse tardive, les bords de la lésion sont bien visibles. L'image souligne aussi l'existence de zones d'altération de l'EP et de la choroïde tout autour de la lésion.

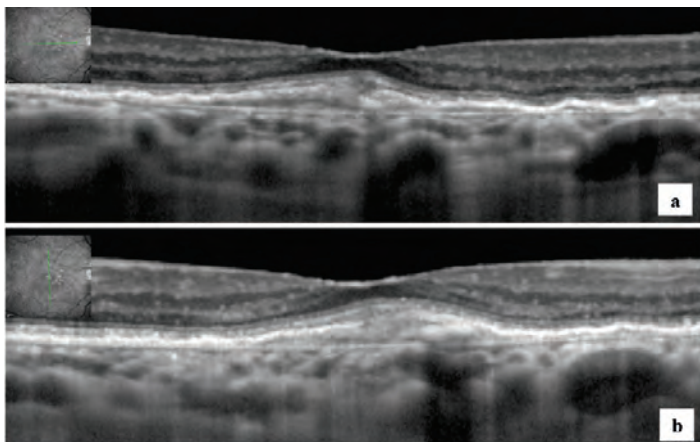


Figure 4 (a et b) – SD-OCT : La dépression fovéale persiste mais il n'y a pas d'accumulation de fluide sous ou intra-rétinien. Il existe de multiples altérations localisées de la Zone Ellipsoïde.

Un DEP fibrovasculaire « en forme de dôme », peu soulevé, occupe l'ensemble de la région maculaire et entraîne un léger déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle.

ANGIOGRAPHIE EN OCT

L'OCT Angiographie est évaluée sur de multiples C-scan transverses de 30 μm d'épaisseur, débutant 30 μm au-dessus de l'EP et allant jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Ces étapes successives de 30 μm depuis la rétine externe jusqu'à la choroïde permettent d'obtenir une image complète de l'ensemble de lésion et permettent d'obtenir les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen.

Juste au-dessus de l'EP

(Figure 5 a, b, c) :

Sur ce C-scan de 30 μm d'épaisseur, juste au-dessus de l'EP, il n'y a aucun signal visible de décorrélation qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne.

Le signal intense est donc du essentiellement aux « pseudo-images » de vaisseaux rétinien entrainées par la réflectivité de l'EP ou par la proximité de certaines structures intensément perfusées telle que la choriocapillaire.

A la face postérieure de l'EP

(Figure 6 a, b, c) :

La section en C-scan suivante est placée immédiatement à la face postérieure de l'EP et de ce fait, à l'intérieur du DEP.

Plus profondément à l'intérieur du DEP

(Figure 7 a, b, c) :

Quelques vaisseaux de diamètre moyen sont déjà visibles et semblent avoir une distribution radiaire arborisée ensuite en vaisseaux plus petits vers la périphérie.

Il existe quelques anastomoses relativement peu nombreuses et les terminaisons des néo-vaisseaux semblent avoir un aspect « en arbre mort ».

Au-dessous de la membrane de Bruch

(Figure 8 a, b, c) :

Au-dessous de la membrane de Bruch, directement au niveau de la choroïde, on aperçoit un signal hyper-intense, diffus, probablement lié à des reliquats de choriocapillaire et de couche de Sattler avec des structures tubulaires hypo-intenses liées à la présence de gros vaisseaux choroïdiens de drainage juste au-dessous de la lésion.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT-A ANGIOGRAPHIE :

Lésion néovasculaire de Type I de type mature, sans tableau actif d'une manière nette.

Pas d'indication de la prolongation du traitement.

OCT – ANGIOGRAPHIE

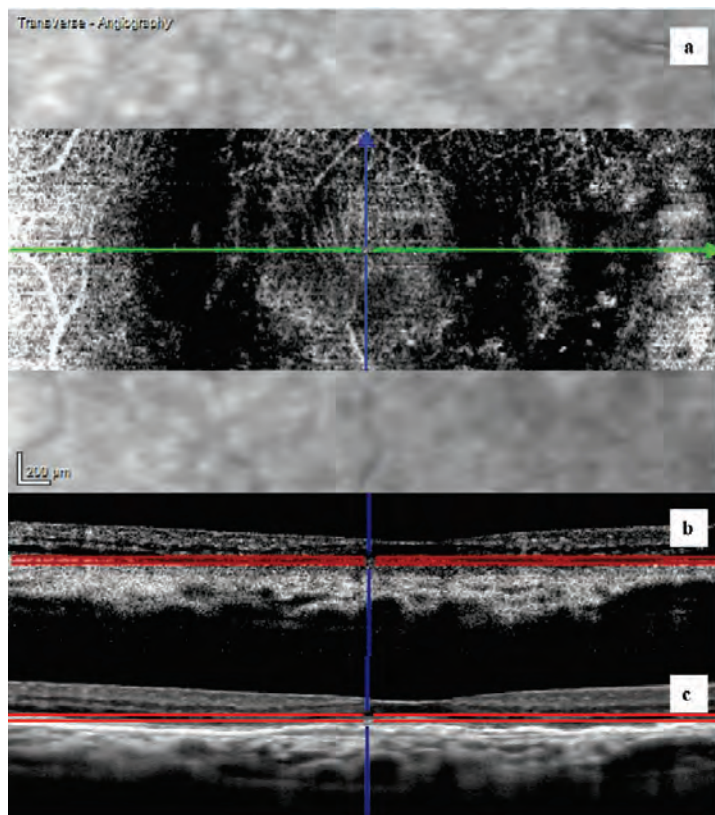


Figure 5 (a) : OCT-A – C-scan (30 µm au-dessus de l'EP) : Pas de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à des NVC. Le signal intense est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétiniens, liées à la réflectivité de l'EP ou à la proximité de quelques structures intensément perfusées (choriocapillaire).

Figure 5 (b) : B-scan en OCT-Angio (30 µm au-dessus de l'EP) : Un signal de décorrélation évident devient visible à la fois au niveau de la rétine et des vaisseaux choroïdiens. En outre, il existe un signal hyper-intense pathologique qui est présent au-dessous de la zone analysée.

Figure 5 (c) : B-scan en OCT Conventioennel (30 µm au-dessus de l'EP) : L'OCT Conventioennel est utile pour identifier la localisation exacte de la lésion (au-dessus de l'EP) (Lignes rouges).

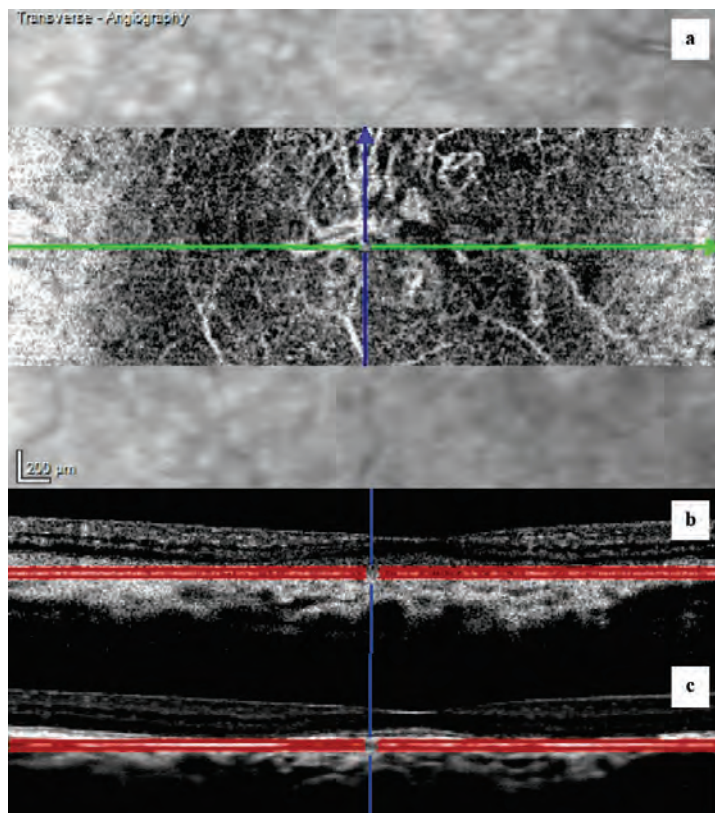


Figure 6 (a) : C-scan en OCT-A (à la face postérieure de l'EP) : La section en C-scan de 30 µm est placée à la face postérieure de l'EP, donc à l'intérieur du DEP. Elle permet la visualisation initiale de quelques vaisseaux de diamètre moyen, qui semblent avoir un début de distribution radiaire.

Figure 6 (b) : B-scan en OCT-Angiographie (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT-Angio montre la position du C-scan (*lignes rouges*) dans ce cas, à la face postérieure de l'EP.

Figure 6 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, à la face postérieure de l'EP.

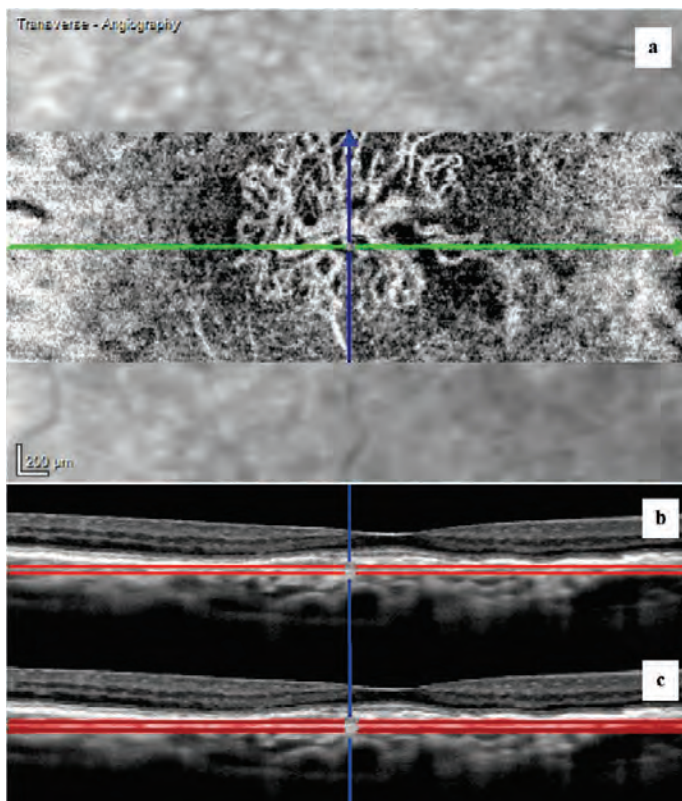


Figure 7 (a) : OCT-A (au-dessus de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 µm est placée plus profondément à l'intérieur du DEP. Elle met en évidence un aspect « en roue » des NVC. Le centre de la lésion est composé essentiellement de vaisseaux volumineux de type mature qui se divisent en quelques-rameaux plus petits à la périphérie. Il existe un petit nombre d'anastomoses et la terminaison des vaisseaux a souvent un aspect « en arbre mort ».

Figure 7 (b) : B-scan en Angio-OCT (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en Angio-OCT met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas plus profondément à l'intérieur du DEP et au-dessus de la membrane de Bruch. Il n'y a pas d'accumulation de fluide.

Figure 7 (c) : B-scan en OCT Conventiennel (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventiennel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, à l'intérieur du DEP au-dessus de la membrane de Bruch. Pas d'accumulation de fluide.

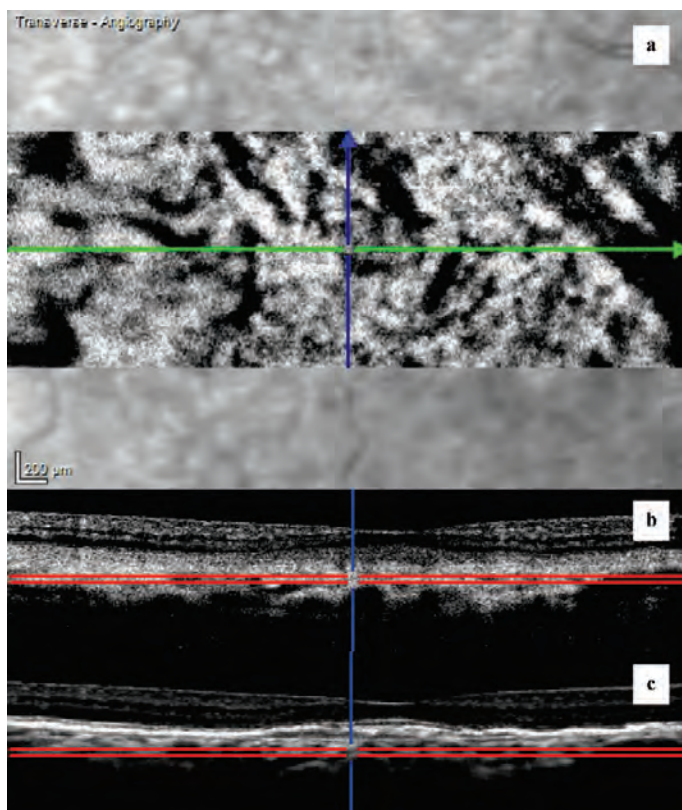


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessous de la membrane de Bruch) : La section en C-scan de 30 μm est placée en dessous de la membrane de Bruch directement au niveau de la choroïde. Un signal hyper-intense diffus est très visible, probablement lié à la présence de reliquats de choriocapillaires et de la couche de Sattler avec de quelques structures tubulaires hypo-intenses liées à la présence de gros vaisseaux choroïdiens de drainage, juste au-dessous de la lésion.

Figure 8 (b) : B-scan en Angio-OCT (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en Angio-OCT met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*) dans ce cas, plus profondément au niveau de la choroïde au-dessous de la membrane de Bruch.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas, au niveau de la choroïde et en dessous de la membrane de Bruch.

**CAS CLINIQUE N° 6 : NVC DE TYPE I
LÉSION QUIESCENTE
(NVC sous épithéliaux ou occultes)**

SYNTHÈSE

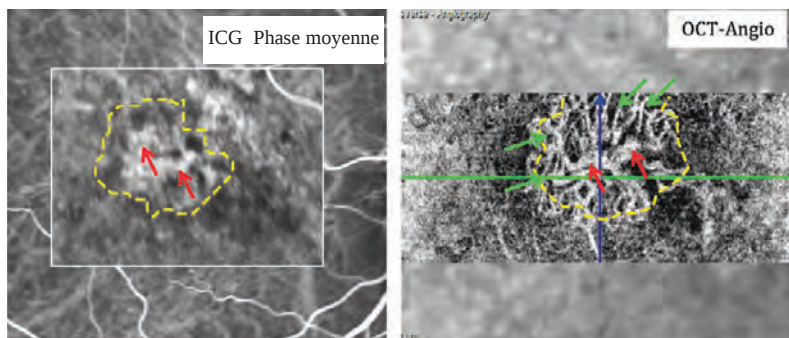


Figure 9 : L'Angiographie en ICG (à gauche) et l'OCT-Angiographie (à droite) mettent clairement en évidence des NVC de Type I sous épithéliaux ou occultes.

L'ICG met en évidence une lésion néovasculaire hyper-fluorescente (*entourée par une ligne pointillée jaune*) ;

Ce réseau néovasculaire est essentiellement composé de plusieurs vaisseaux volumineux, mal définis, de type mature (*flèches rouges*).

Ces vaisseaux irradient depuis le centre vers la périphérie de la lésion.

L'OCT-Angiographie met en évidence un aspect de néovaisseaux en forme « de roue » (*ligne pointillée jaune*).

Le centre de la lésion est essentiellement composé par quelques vaisseaux volumineux de type mature relativement rares (*flèches rouges*) se divisant ensuite en vaisseaux plus petits mais peu nombreux et peu anastomosés vers la périphérie (*flèches vertes*).

Les anastomoses sont relativement rares et les terminaisons des vaisseaux ont un aspect évoquant un aspect « *en arbre mort* ».

L'ensemble de l'Angiographie en ICG (à gauche) et de l'OCT (à droite) met clairement en évidence des NVC de type sous épithéliaux ou occultes.

Il s'agit d'une lésion de Type I avec un réseau néovasculaire étendu, assez volumineux, de type sous épithélial ou occulte. L'existence simultanée de vaisseaux relativement volumineux et de type mature, même s'ils se divisent ensuite en vaisseaux plus petits mais rarement anastomosés et sans arcades périphériques nettement définies, évoquant un aspect « *en branches d'arbre mort* », indique très probablement une lésion actuellement quiescente.

La prolongation du traitement semble ne plus être nécessaire dans ce cas.

CHAPITRE XI

Cas Clinique : N° 7

NVC Type I

Persistence-Récidive

(SOUS ÉPITHÉLIAUX/OCCULTES)

CAS CLINIQUES

NVC Type I - Persistance ou récursive (SOUS ÉPITHÉLIAUX/OCCULTES)

Signes cliniques

Cas clinique d'une femme de 70 ans qui se présente avec une baisse d'acuité visuelle et des métamorphopsies de l'œil gauche.

Acuité visuelle OD 20/25 – OG 20/63

L'examen bio microscopique met en évidence une lésion maculaire d'environ 2 DP associée à de nombreux drusen occupant une grande partie de la région du pôle postérieur.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE Autofluorescence (Figure 1 a, b)

L'image met en évidence la présence d'une lésion maculaire hypo-fluorescente (due à une altération du pigment maculaire) entourée par un halo hyper-fluorescent ovale assez intense.

Angiographie à la fluorescéine (Figure 2 a, b)

Dès la phase artériovineuse précoce apparaît une lésion maculaire hyper-fluorescente associée à de nombreux pin points. Une zone hypo-fluorescente irrégulière entoure et recouvre partiellement la lésion, entraînant un effet masque.

A la phase tardive de l'angiographie à la fluorescéine, la zone hyper-fluorescente tend à s'étendre avec des diffusions de fluorescéine qui apparaissent essentiellement au bord de la membrane néo-vasculaire.

Angiographie en Vert d'Indocyanine (Figure 2 a, b)

Dès le début de la phase artériovineuse, des néo-vaisseaux de Type I (sous épithéliaux ou occultes) sont visibles, formant un réseau néo-vasculaire bien défini. Il existe plusieurs vaisseaux volumineux de type mature irradiant depuis le centre vers la périphérie des NVC.

A la phase veineuse tardive, les bords des NVC sont mieux visibles. L'ensemble de la zone hyper-fluorescente est entourée par halo hypo-fluorescent, lié au DEP bien délimité sous jacent.

Tomographie en Cohérence Optique (SD-OCT) (Figure 4 a, b)

La dépression fovéale persiste et est encore visible avec une petite accumulation de fluide sous rétinien.

Les couches rétinienues externes et, particulièrement, la couche nucléaire externe, sont nettement amincies, en particulier, au bord du DEP fibrovasculaire étendu.

Il existe des interruptions localisées de la Membrane Limitante Externe et un gonflement de la Zone Ellipsoïde.

Un DEP fibrovasculaire, occupant presque toute la région maculaire, entraîne un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. Le DEP a un aspect hyper-réfléctif non homogène probablement lié à la présence simultanée des néovaisseaux et d'un tissu cicatriciel.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'IMAGERIE MULTIMODALE :

Lésion néovasculaire de Type I encore active.

**Nécessité de prolongation du traitement
par injections intra vitréennes**

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

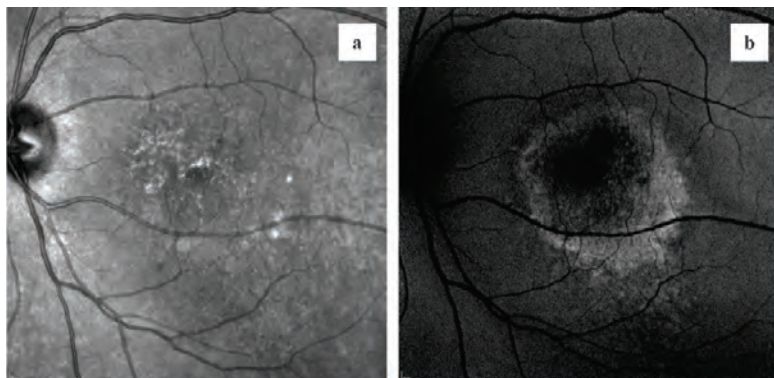


Figure 1 (a) – Infra rouge : Lésion maculaire d'environ 2 DP, avec de nombreux drusen occupant l'ensemble du pôle postérieur.

Figure 1 (b) – Autofluorescence : Lésion hypo-fluorescente maculaire centrale (liée à une altération du pigment maculaire) et entourée par un halo hyper-fluorescent relativement intense et de forme ovale.

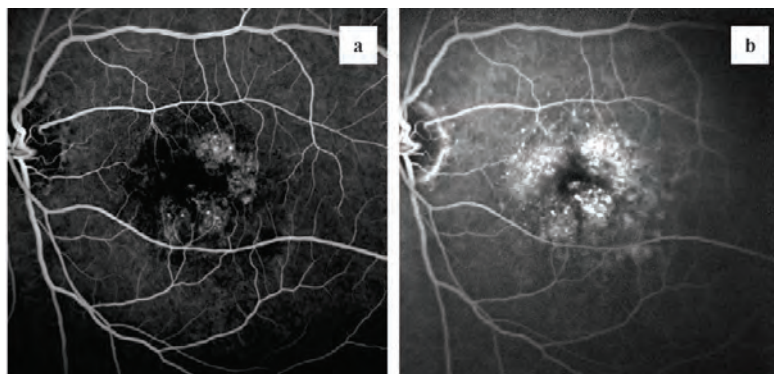


Figure 2 (a) – Angiographie à la fluorescéine (Phase artérioveineuse) : Lésion maculaire hyper-fluorescente avec de nombreux pin points. Une zone hypo-fluorescente irrégulière, intense, entoure et masque partiellement la lésion.

Figure 2 (b) – Angiographie à la fluorescéine (Phase tardive) : La zone hyper-fluorescente tend à s'étendre avec des phénomènes de diffusion de fluorescéine qui apparaissent essentiellement sur les bords de la lésion néo vasculaire.

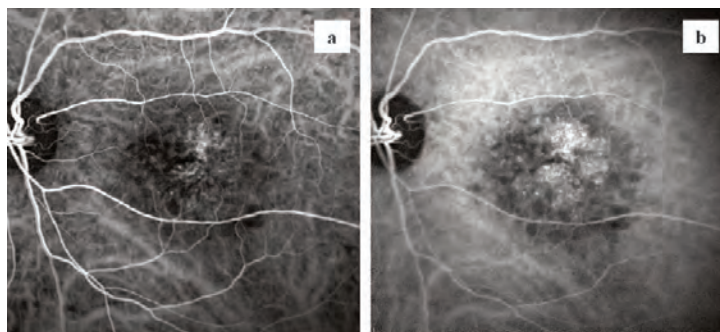


Figure 3 (a) – Angiographie en ICG (Phase artérioveineuse) : Des NVC de Type I (sous épithéliaux ou occultes) sont visibles, dès la phase précoce artérioveineuse, se traduisant par un réseau néovasculaire bien défini. Il existe de multiples vaisseaux relativement volumineux, de type mature, irradiant depuis le centre vers la périphérie.

Figure 3 (b) – Angiographie en ICG (Phase tardive) : Les bords du NVC sont mieux visibles. L'ensemble de la lésion hyper-fluorescente est entouré par un halo hypo-fluorescent, dû à l'existence du DEP fibrovasculaire bien défini.

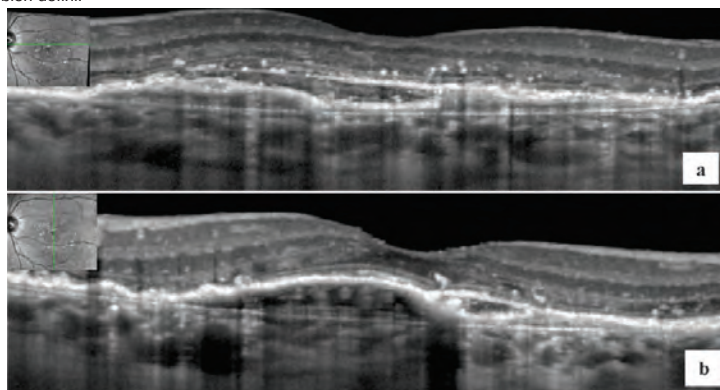


Figure 4 (a) – (b) – SD-OCT : La dépression fovéale est encore visible mais il existe une petite accumulation de fluide sous rétinién. Les couches rétinienues externes et, particulièrement, la Couche Nucléaire Externe, sont nettement amincies en particulier sur toute la surface du DEP. Il existe de nombreux points hyper-réfléctifs, des interruptions localisées de la Membrane Limitante Externe et un gonflement minime de la Zone Ellipsoïde.

Un DEP fibrovasculaire, occupant l'ensemble de la région maculaire, entraîne un déplacement vers le haut de la rétine neurosensorielle. Le DEP a un aspect hyper-réfléctif non homogène, probablement lié à existence simultanée de néovaisseaux et de tissu conjonctif.

OCT - ANGIOGRAPHIE

L'angiogramme en OCT est évalué avec de multiples C-scan transverses de 30 μm d'épaisseur débutant à 30 μm au-dessus de la zone de la bande de l'EP et allant jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Cette analyse par étapes de 30 μm permet d'obtenir une imagerie de l'ensemble de la lésion et de mettre en évidence les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen.

Juste au-dessus de l'EP (Figure 5 a, b, c)

Sur les C-scan de 30 μm d'épaisseur, juste au-dessus de l'EP, il n'existe pas de signal de décorrélation visible qui pourrait être attribué à une néo vascularisation choroïdienne.

Certains « signaux » hyper-intenses apparaissent, dus à des pseudo-images des vaisseaux rétinien et causés par la réflexion sur l'EP ou par la proximité de quelques structures intensément perfusées sous-jacentes (choriocapillaires).

A la surface postérieure de l'EP**(Figure 6 a, b, c) :**

La section C-scan suivante est placée à la face postérieure de l'EP, de ce fait, à l'intérieur du DEP.

Quelques vaisseaux volumineux de type mature sont visibles et entraînent l'apparition d'un réseau néovasculaire bien défini.

Plus profondément au sein du DEP**(Figure 7 a, b, c) :**

Le C-scan suivant, plus profondément au sein du DEP, met en évidence l'ensemble de la membrane néovasculaire qui prend un aspect en éventail caractéristique (sea fan).

Un vaste réseau de vaisseaux volumineux, de type mature, dans la région centrale est visible et se divise ensuite en de nombreux vaisseaux plus fins vers la périphérie.

Ces fins vaisseaux périphériques présentent quelques anastomoses mais peu d'arborisations et, parfois, une arcade périphérique partielle au bord de la lésion elle-même. Cet aspect pourrait être le signe d'une activité encore persistante ou récidivante des néovaisseaux, au moins dans cette partie inféro-temporale de la lésion.

Au-dessous de la membrane de Bruch**(Figure 8 a, b, c) :**

Au-dessous de la membrane de Bruch, directement au niveau de la choroïde on observe un signal diffus, hyper-intense, probablement causé par les reliquats de la choriocapillaire et de la couche de Sattler avec des structures hypo-intenses linéaires liées à la présence des gros vaisseaux choroïdiens de drainage, immédiatement au-dessous de la lésion.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT-ANGIOGRAPHIE :

Lésion néovasculaire de Type I partiellement stabilisée, mais présentant des signes d'activité localisée à la périphérie, suggérant une récurrence partielle.

Nécessité d'une prolongation du traitement.

OCT-ANGIOGRAPHIE

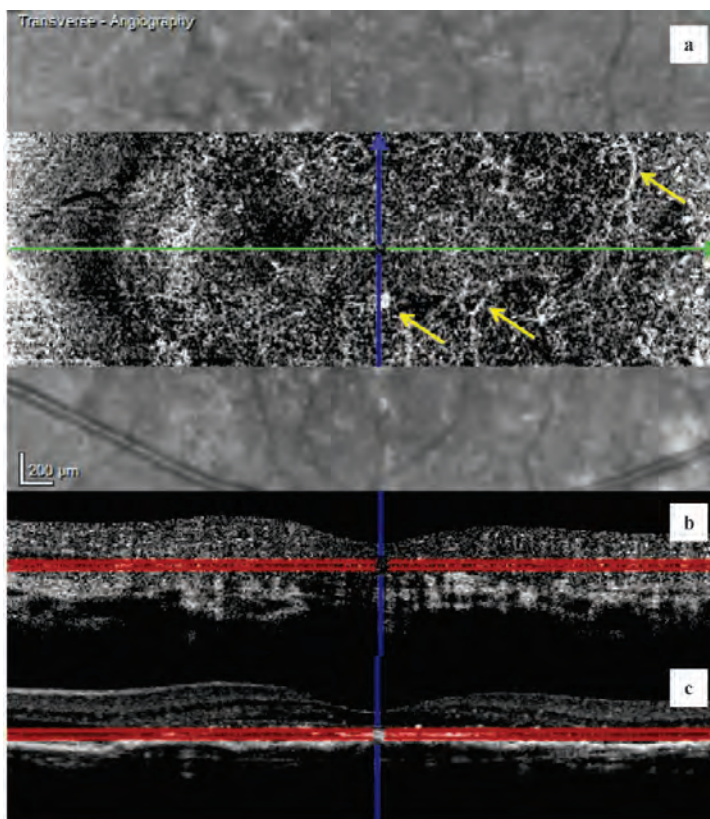


Figure 5 (a) : OCT-A : C-scan (30 μ m au-dessus de l'EP) : Pas de signal de décorrélation visible qui pourrait être attribué à des NVC. Le signal hyper-intense visible est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétiniens (*flèches jaunes*) liées à la proximité de structures intensément perfusées (choriocapillaire).

Figure 5 (b) : B-scan en OCT-Angio (30 μ m au-dessus de l'EP) : un signal de décorrélation est bien visible à la fois à partir des vaisseaux rétiniens et choroïdiens. De plus, un signal hyper-intense pathologique est aussi visible au-dessous de la ligne de scan (*lignes rouges*).

Figure 5 (c) : B-scan en OCT Conventiennel (30 μ m au-dessus de l'EP) : L'OCT Conventiennel est utile pour identifier la localisation exacte de la lésion (au-dessus de l'EP) (*lignes rouges*) ainsi que la présence éventuelle de liquide sous rétinien.

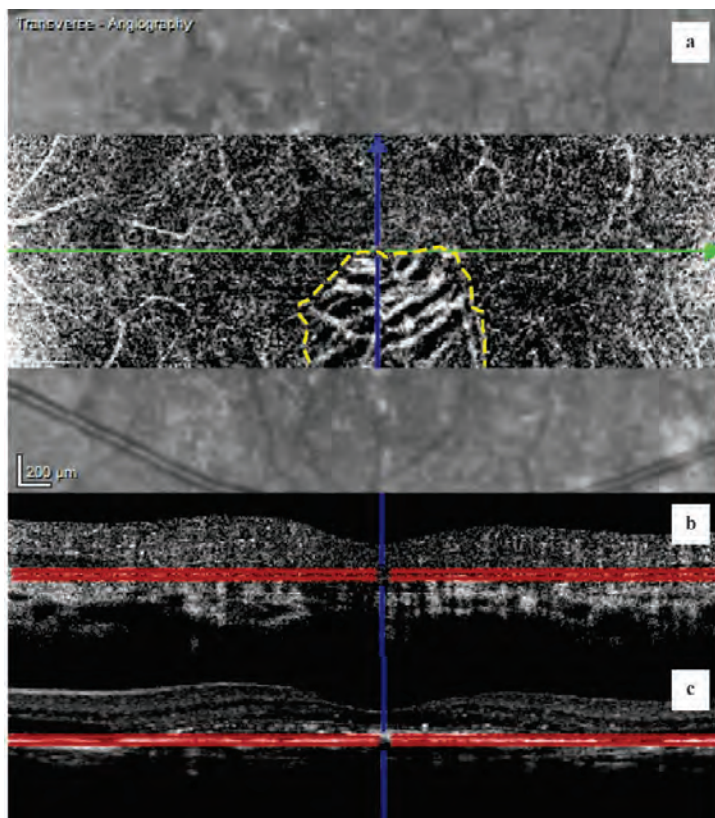


Figure 6 (a) : OCT-A : C-scan (à la face postérieure de l'EP) : La section de 30 µm du C-scan est positionnée à la face postérieure de l'EP et, de ce fait, à l'intérieur du DEP. Quelques vaisseaux volumineux de type mature sont visibles, entraînant la formation d'un réseau néovasculaire bien défini (*ligne pointillée jaune*).

Figure 6 (b) : B-scan en OCT-Angio (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT-Angio met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas à la surface postérieure de l'EP.

Figure 6 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*) et dans ce cas à la face postérieure de l'EP.

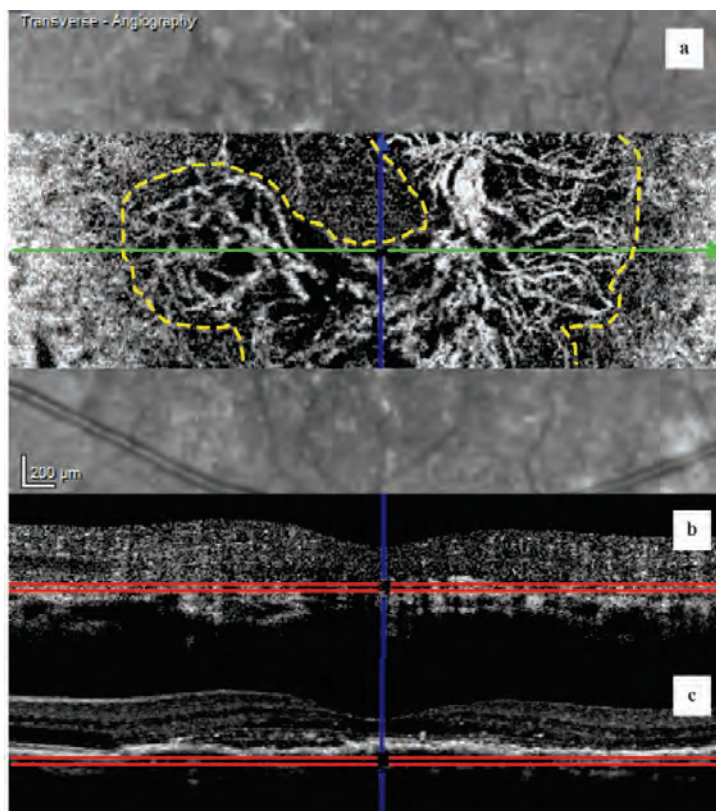


Figure 7 (a) : OCT-A : C-scan (Au-dessus de la membrane de Bruch) : la section du C-scan de 30 µm est placée plus profondément au sein du DEP et met en évidence l'ensemble du NVC (*lignes pointillées jaunes*) qui prend un aspect caractéristique en « sea fan ». Il existe un vaste réseau de néovaisseaux volumineux de type mature à la partie centrale, supérieure et nasale, avec des arborisations en branches beaucoup plus petites à la périphérie, en particulier inférieure et temporale. Ces vaisseaux périphériques plus petits sont richement anastomosés et forment une arcade périphérique partielle au bord de la lésion elle-même. Cet aspect est tout à fait évocateur d'une activité persistante ou d'une récidive partielle des néovaisseaux.

Figure 7 (b) : B-scan en OCT-Angio : (au-dessus de la membrane de Bruch) : Les B-scan en OCT Angiographie mettent en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas plus profondément à l'intérieur du DEP et au-dessus de la membrane de Bruch.

Figure 7 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas plus profondément à l'intérieur du DEP et au-dessus de la membrane de Bruch.

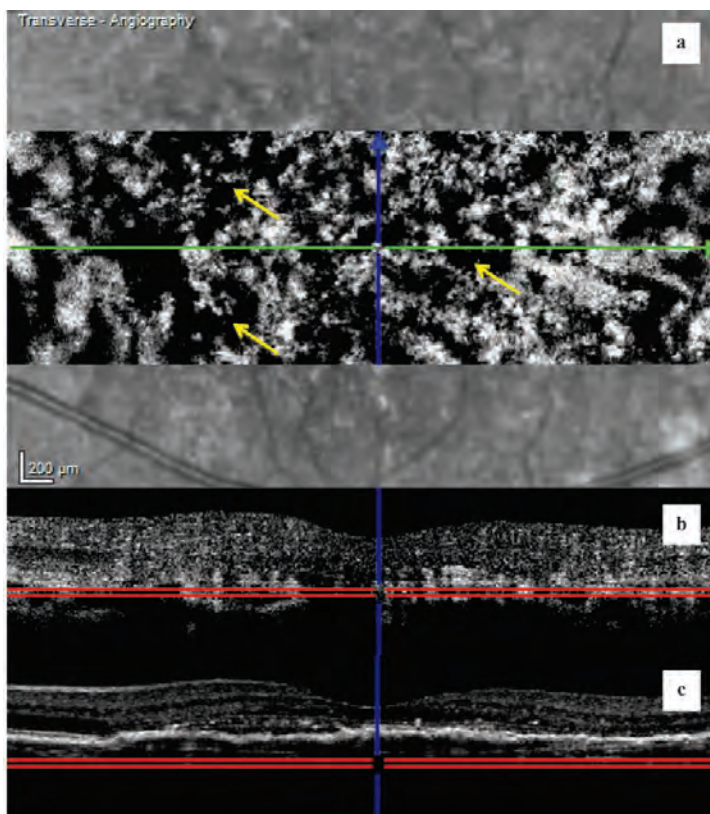


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessous de la membrane de Bruch) : Cette section en C-scan de 30 µm est placée cette fois-ci en dessous de la membrane de Bruch, directement au sein de la choroïde. Elle met en évidence un signal hyper-intense diffus, probablement à des reliquats de la choriocapillaire et de la couche de Sattler avec quelques structures hypo-intenses centrales dues à l'existence de gros vaisseaux choroïdiens de drainage immédiatement au-dessous de la lésion.

Figure 8 (b) : B-scan en OCT-Angio (en dessous de la membrane de Bruch) : Les B-scan en OCT-Angiographie mettent en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas au niveau de la choroïde et au-dessous de la membrane de Bruch.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT Conventiennel (au-dessous de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventiennel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), dans ce cas au niveau de la choroïde et au-dessous de la membrane de Bruch.

CAS CLINIQUE N° 7 : NVC DE TYPE I PERSISTANCE OU RÉCIDIVE (Sous épithéliaux ou occultes)

SYNTHÈSE

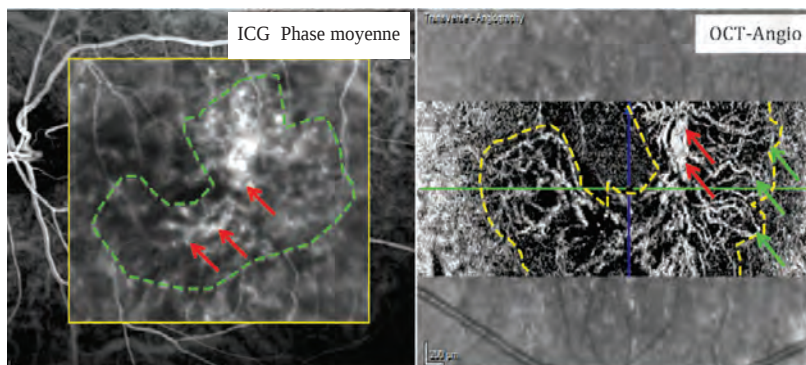


Figure 9 : L'ICG (gauche) et l'OCT-Angiographie (droite) mettent clairement évidence des NVC de Type I (sous épithéliaux ou occultes)

L'Angiographie en Vert d'Indocyanine met en évidence une vaste membrane néo-vasculaire de Type I ou sous épithéliale ou occulte. Dès le début de la phase artérioveineuse, les néovaisseaux forment un réseau de néovaisseaux bien définis.

Il existe de nombreux vaisseaux volumineux multiples de type mature (*flèches rouges*) avec une distribution radiaire qui part du centre de la lésion.

L'OCT-Angiographie montre l'ensemble de la membrane néovasculaire (*ligne pointillée jaune*)

qui prend l'aspect typique d'un éventail (sea fan). Un vaste réseau de vaisseaux volumineux de type mature (*flèches rouges*) est visible. Il se divise en de nombreuses branches plus petites vers la périphérie.

Ces vaisseaux plus petits, périphériques, sont richement anastomosés et forment parfois, en outre, une arcade périphérique partielle (*flèches vertes*) au bord de la lésion elle-même et en particulier en inféro-temporal. Cet aspect pourrait être le signe d'une activité des néovaisseaux et suggérer une **récidive partielle**.

L'Angiographie en Vert d'Indocyanine (gauche) et l'OCT-Angiographie (droite) mettent clairement en évidence un réseau néovasculaire de Type I sous épithélial ou occulte.

Il s'agit d'une « lésion de Type I » avec un réseau néovasculaire étendu, volumineux fait de néovaisseaux épithéliaux ou occultes. La présence associée de néovaisseaux plus petits, anastomosés, avec une arcade partielle périphérique évoquant un aspect typique en « sea fan » indique probablement une partie encore active de la lésion néovasculaire ou une récidive localisée.

De ce fait, la prolongation des traitements par injections intravitréennes semble clairement suggérée.

CHAPITRE XII

Cas Clinique : N° 8

FORME ATROPHIQUE

CAS CLINIQUES N° 8

FORME ATROPHIQUE DE DMLA

Signes cliniques de DMLA

Cas clinique d'une femme de 71 ans avec un diagnostic connu de DMLA atrophique.

Acuité visuelle ; OD : 20/80 – OG : 20/400

Examen bio microscopique : Lésion maculaire atrophique d'environ 2/3 DP visible au fond d'œil et associée à de très nombreux drusen fins, occupant l'ensemble du pôle postérieur, surtout autour de la lésion elle-même.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

Autofluorescence (Figure 1 a, b)

L'image met en évidence une lésion hypo-fluorescente étendue, due à l'altération et à la perte du pigment maculaire, entourée par un fin halo hyper-fluorescent assez intense.

Angiographie à la fluorescéine

(Figure 2 a, b)

Dès la phase artérioveineuse apparaît une lésion maculaire hyper-fluorescente, bien délimitée avec de nombreux pin points, plus fluorescents. Il existe en outre plusieurs petites zones hypo-fluorescentes au sein de la lésion et sur sa périphérie, peut-être liées à une hyperplasie de l'épithélium pigmentaire.

A la phase tardive de l'angiographie à la fluorescéine, la zone hyper-fluorescente ne change pas de surface et devient plus hyper-fluorescente par effet de coloration, mais ne montre aucun signe de diffusion de la fluorescéine.

Angiographie en Vert d'Indocyanine

(Figure 3 a, b)

Dès la phase veineuse précoce apparaît un vaste « effet fenêtre » visible, dans la région maculaire, et qui permet la visualisation directe de gros vaisseaux choroïdiens.

A la phase tardive, la plage maculaire étendue d'atrophie géographique reste le symptôme essentiel. Il n'y a pas de réseau néovasculaire choroïdien visible et, seuls quelques gros vaisseaux traversent la région pathologique.

Tomographie en Cohérence Optique

(SD-OCT) (Figure 4 a, b)

La dépression fovéale est relativement altérée, très nettement accentuée avec un amincissement rétinien mais sans accumulation de fluide sous rétinien ni intra-rétinien.

Il existe une atrophie diffuse de toutes les couches externes dans la région maculaire occupant toutes les couches et particulièrement les couches externes depuis la couche Nucléaire jusqu'aux photorécepteurs et jusqu'à l'EP.

L'EP n'est pas clairement décelable dans la région rétro-fovéale, bien qu'il existe des zones d'épaississement localisées, sur les bords de la plage d'atrophie, probablement dues à une hyperplasie localisée de l'EP.

La choroïde est fortement amincie dans la région maculaire et seuls quelques gros vaisseaux choroïdiens sont décelables.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'IMAGERIE MULTIMODALE :

DMLA atrophique sans signes de NVC.

Il n'y a pas d'indication de traitement par injections intra-vitréennes.

IMAGERIE MULTIMODALE TRADITIONNELLE

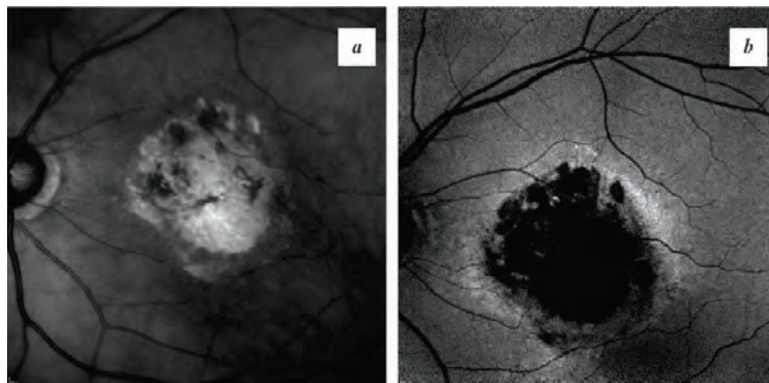


Figure 1 (a) – Infrarouge : Lésion maculaire atrophique d'environ 2/3 DP, associée à de nombreux drusen au pôle postérieur et sur les bords de la lésion.

Figure 1 (b) Autofluorescence : L'image montre une zone fortement fluorescente étendue, centrale, due à l'altération maculaire et à la perte du pigment maculaire, entourée d'un mince halo hyper-fluorescent.

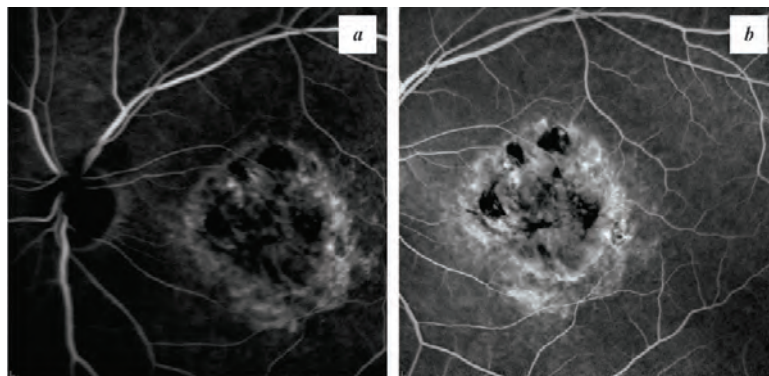


Figure 2 (a) – Angiographie à la fluorescéine (phase artérioveineuse) : Lésion maculaire bien délimitée hyper-fluorescente avec pin points plus intenses. De plus, il existe quelques zones d'hypo-fluorescence au sein de la lésion probablement liées à des altérations de l'épithélium pigmentaire.

Figure 2 (b) – Angiographie à la fluorescéine (phase tardive) : La zone hyper-fluorescente ne s'étend pas en surface (simple effet de coloration) et ne montre aucun signe de diffusion de la fluorescéine.

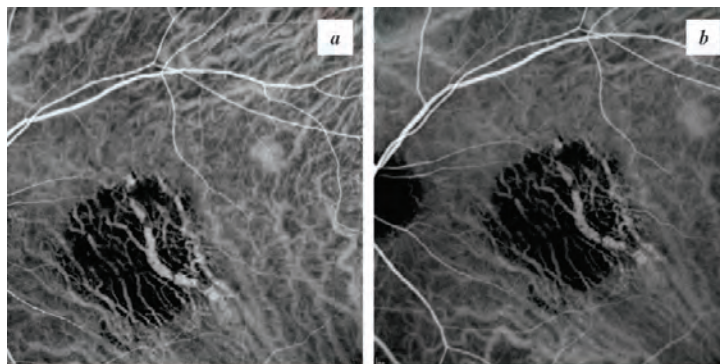


Figure 3 (a) – Angiographie en ICG (phase artérioveineuse) : Un large « effet fenêtre » est visible dans la zone maculaire qui permet une nette visualisation de vaisseaux choroïdiens volumineux.

Figure 3 (b) – Angiographie en ICG (phase tardive) : A la phase tardive, la plage d'atrophie géographique maculaire étendue est le symptôme essentiel avec seulement quelques gros vaisseaux choroïdiens qui traversent cette zone et sans aucun signe suggérant la présence de néovaisseaux choroïdiens.

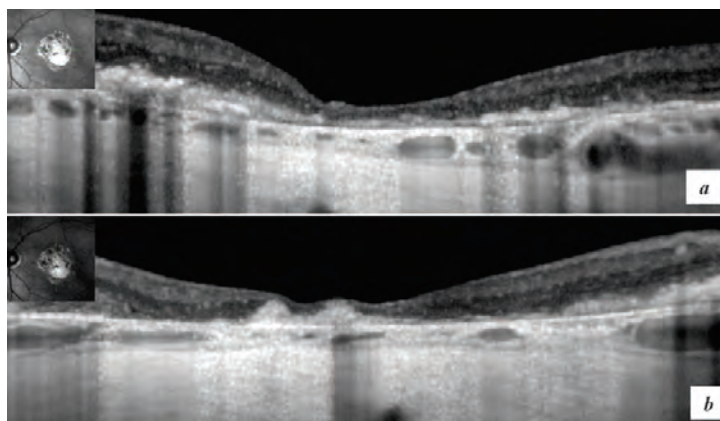


Figure 4 (a) et (b) – SD-OCT : la dépression fovéale est très altérée, très amincie sans liquide sous ou intra-rétinien. Il existe une atrophie diffuse des couches externes de la rétine dans la région maculaire occupant chacune de ces couches depuis la couche nucléaire jusqu'aux photorécepteurs. La bande de l'EP n'est pas appréciable dans la région rétro fovéale bien qu'il persiste encore quelques zones d'épaississement de l'EP au bord de la plage d'atrophie, probablement due à une hyperplasie de l'EP.

La choroïde est nettement amincie dans la région maculaire avec quelques rares vaisseaux choroïdiens qui restent visibles.

OCT-ANGIOGRAPHIE

L'angiogramme en OCT est évalué avec de multiples C-scan transverses de 30 μm d'épaisseur débutant à 30 μm au-dessus de la zone de la bande de l'EP et allant jusqu'à l'interface choroïdo-sclérale. Cette analyse par étapes de 30 μm permet d'obtenir une imagerie de l'ensemble de la lésion et de mettre en évidence les aspects du signal de décorrélation distincts qui correspondent à chacun des plans successifs d'examen.

Au niveau de la couche ganglionnaire (Figure 5 a, b et c)

La première image en OCT Angiographie est un C-scan de 30 μm aligné sur la Limitante Interne et prise au niveau de la couche ganglionnaire qui est normalement celle où apparaît le Plexus Capillaire Rétinien Superficiel (PCS).

Dans ce cas, une altération évidente de l'arcade péri-fovéale avec élargissement de la zone centrale est bien visible liée à l'atteinte de l'ensemble de la rétine, liée elle-même à l'atrophie géographique sévère. Le Plexus Capillaire Rétinien Superficiel est dans son ensemble conservé et apparaît normalement perfusé.

Juste au-dessus de l'EP (Figure 6 a, b et c)

Sur le C-scan de 30 μm d'épaisseur, juste au-dessus de l'épithélium pigmentaire, il n'y a pas de signal de décorrélation visible qui pourrait être attribué à une néovascularisation choroïdienne, ni de Type I ni de Type II.

Le signal hyper-intense visible est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétinien causées par la réflectivité sur l'EP ou la proximité de quelques structures intensément perfusées (reste de la chorio capillaire et de la couche de Sattler).

A la face postérieure des reliquats de l'épithélium pigmentaire (Figure 7 a, b et c)

La section C-scan suivante est placée à la face postérieure des reliquats de la bande l'EP et au-dessous de la membrane de Bruch.

Quelques vaisseaux de moyen diamètre sont bien visibles (couche de Sattler) ainsi que de gros vaisseaux choroïdiens (couche de Haller). Ils sont dus à l'atrophie diffuse de la chorio capillaire qui permet leur visibilité.

Il n'y a aucun signe de décorrélation qui pourrait être attribué à un réseau vasculaire d'origine choroïdienne.

Plus profondément au sein de la choroïde (Figure 8 a, b et c)

Au sein de la choroïde, on observe un signal hyper-intense diffus lié à la présence de gros vaisseaux choroïdiens qui deviennent visibles et hyper-intenses du fait de l'atrophie de toutes les couches vasculaires choroïdienne au dessus.

DIAGNOSTIC SUGGERE PAR L'OCT ANGIOGRAPHIE :

DMLA de Type atrophique sans aucun signe en faveur d'une néovascularisation choroïdienne.

Aucune indication actuelle pour un traitement par injections intra-vitréennes

OCT ANGIOGRAPHIE

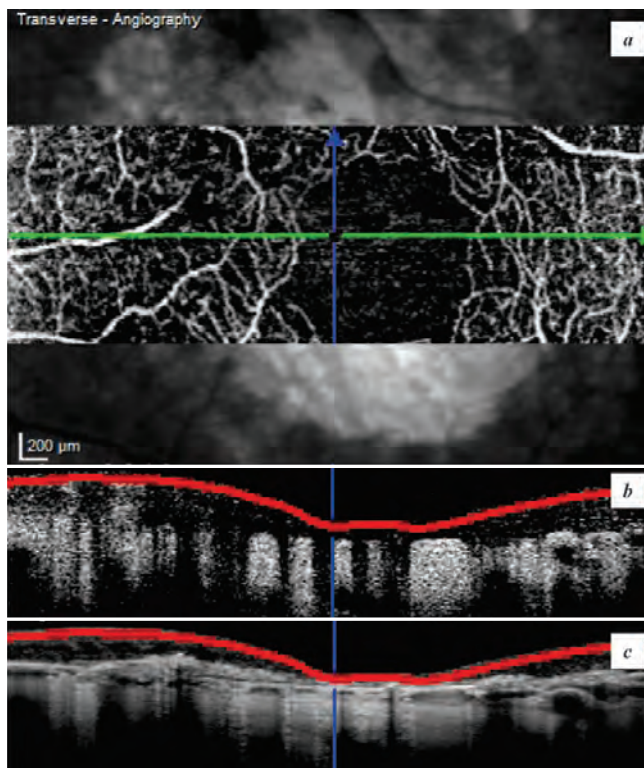


Figure 5 (a) : OCT-A : C-scan (30 μm au-dessus de l'EP dans la région fovéale) : C-scan de 30 μm d'épaisseur aligné sur le profil de la Limitante Interne et pris au niveau de la couche des cellules ganglionnaires où est normalement situé le réseau capillaire rétinien superficiel. Dans ce cas l'arcade péri-fovéale est bien visible, avec un élargissement évident de la zone avasculaire centrale due à l'altération d'ensemble de la rétine causée par cette atrophie géographique sévère. Le PCS semble dans son ensemble conservé et apparaît bien perfusé.

Figure 5 (b) : B-scan en OCT-Angio (au niveau de la couche des cellules ganglionnaires) : Un signal de décorrélation est visible à partir de vaisseaux rétiens et choroïdiens.

Figure 5 (c) : B-scan en OCT Traditionnel (au niveau de la couche des cellules ganglionnaires) : L'OCT Conventionnel est utile pour identifier la localisation de la section en C-scan (*Lignes rouges*).

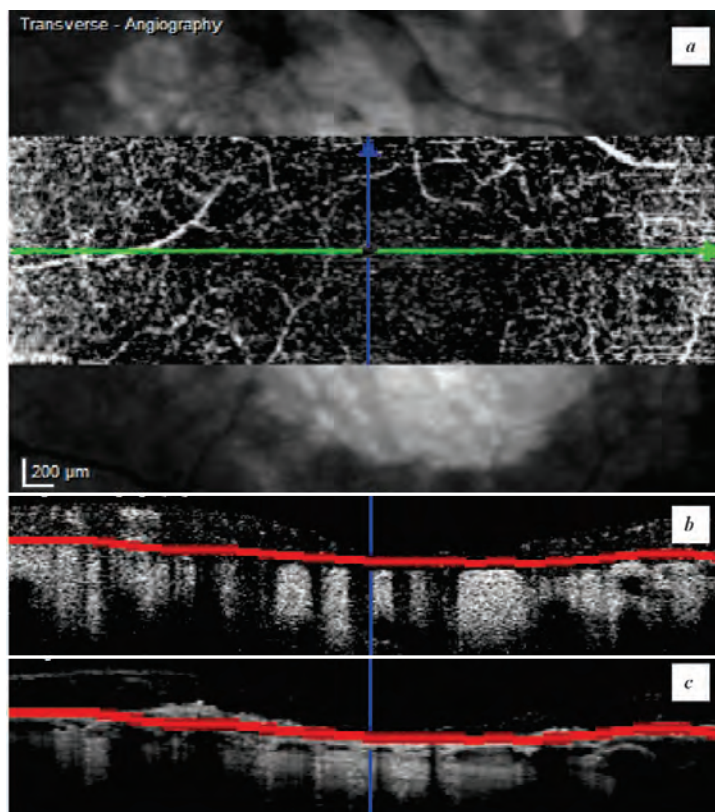


Figure 6 (a) : OCT-A : C-scan (30 µm au-dessus de l'EP dans la région fovéale) : Il n'y a pas de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à une néovascularisation choroïdienne de Type II. Le signal hyper-intense qui est visible est dû à des « pseudo-images » de vaisseaux rétiens causés par la réflectivité sur l'EP ou par la proximité de quelques structures intensément perfusées (reliques de chorio capillaire par exemple).

Figure 6 (b) : B-scan en OCT-Angio (30 µm au-dessus de l'EP dans la région fovéale) : Un signal de décorrélation évident est visible traduisant la présence de la vascularisation rétinienne et choroïdienne.

Figure 6 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (30 µm au-dessus de l'EP dans la région fovéale) : L'OCT Conventionnel est utile pour identifier la localisation exacte de la section en C-scan. (Lignes rouges).

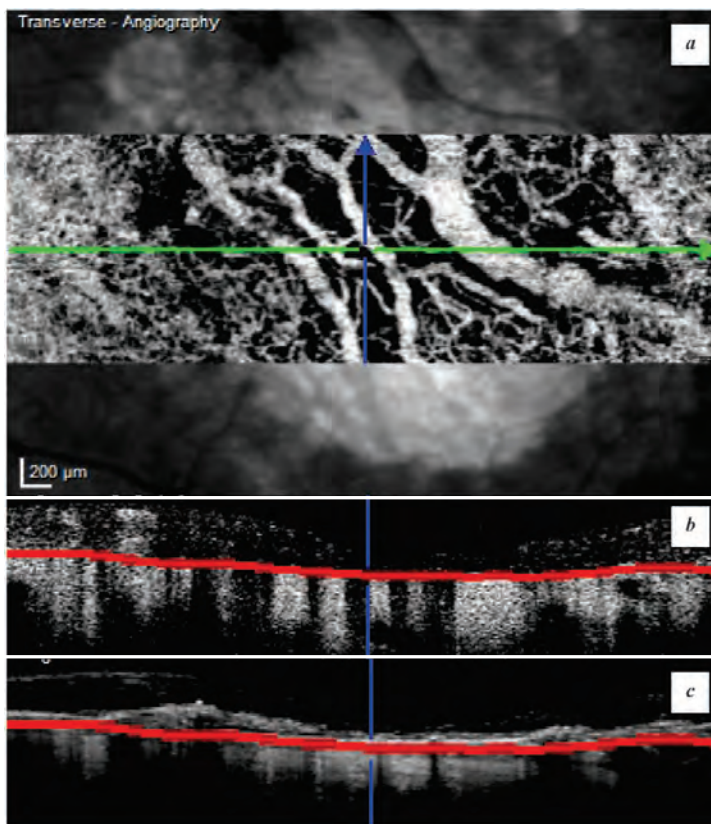


Figure 7 (a) : OCT-A : C-scan (à la face postérieure de l'EP) : La section en C-scan est placée à la face postérieure des reliquats de l'EP, au-dessous de la membrane de Bruch. Une bonne visualisation de quelques vaisseaux de diamètre moyen de la couche de Sattler et de quelques gros vaisseaux de la couche de Haller est rendue possible par l'atrophie étendue de la choriocapillaire. Il n'y a pas de signal de décorrélation qui pourrait être attribué à un réseau néovasculaire chorioidien.

Figure 7 (b) : B-scan en Angio-OCT (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en Angio-OCT montre la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas à la face postérieure de l'EP.

Figure 7 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (à la face postérieure de l'EP) : Le B-scan en OCT Conventionnel montre la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas à la face postérieure de l'EP.

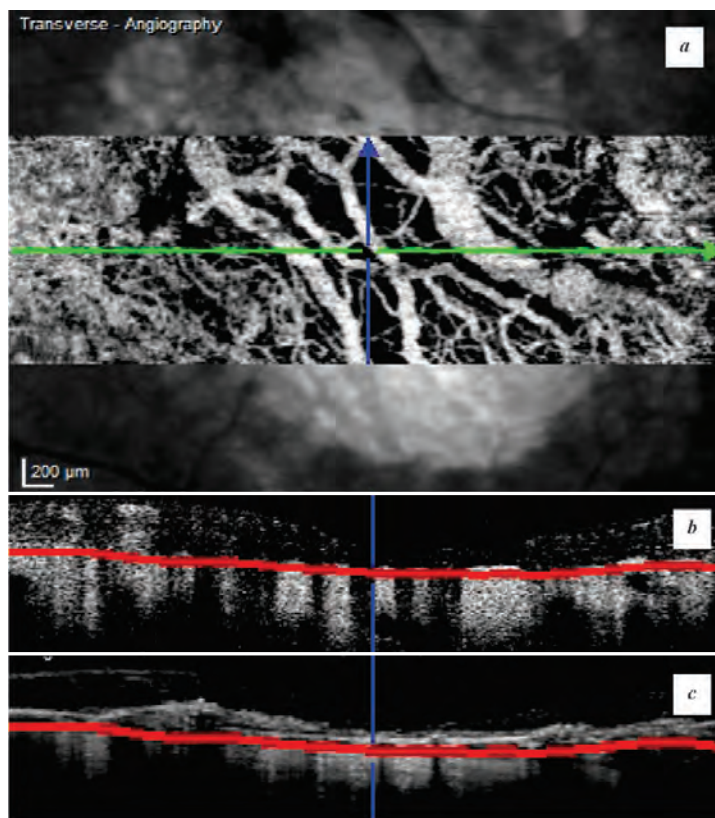


Figure 8 (a) : OCT-A : C-scan (au-dessus de la membrane de Bruch) : Au sein de la choroïde, un signal hyper-intense diffus provenant de gros vaisseaux choroïdiens est visible, lié à l'atrophie de toutes les couches choroïdiennes au dessus.

Figure 8 (b) : B-scan en OCT-Angiographie (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT-Angio montre la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas, au sein de la choroïde caractérisée par un signal de décorrélation hyper-intense provenant des rares vaisseaux choroïdiens encore persistants et traversant la zone pathologique.

Figure 8 (c) : B-scan en OCT Conventionnel (au-dessus de la membrane de Bruch) : Le B-scan en OCT Conventionnel met en évidence la position du C-scan (*lignes rouges*), en ce cas au niveau de la choroïde.

CAS CLINIQUE N° 8 : DMLA ATROPHIQUE

ATROPHIE GÉOGRAPHIQUE

SYNTHÈSE

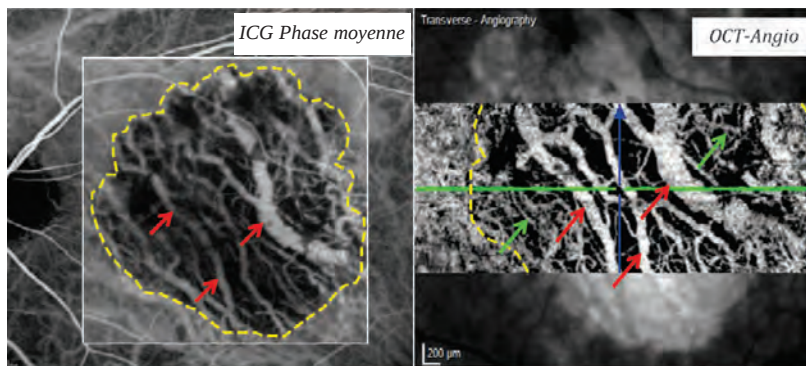


Figure 9 : L'ICG (gauche) et l'OCT-Angiographie (droite) mettent clairement en évidence une large zone maculaire d'atrophie géographique sans aucun signe de néovascularisation choroïdienne.

L'ICG met en évidence un vaste « effet fenêtre » dans la région maculaire (*ligne pointillée jaune*), qui permet une claire visualisation des rares gros vaisseaux choroïdiens encore perfusés (*flèches rouges*).

Il n'y a pas de signe de réseau néovasculaire choroïdien sur l'ICG.

En OCT-Angiographie, quelques vaisseaux de moyen diamètre (couche de Sattler – *flèches vertes*) et quelques gros vaisseaux choroïdiens (couche de Haller – *flèches rouges*) sont visibles du fait de l'atrophie diffuse de toutes les couches vasculaires et de la chorio capillaire sus-jacente. Il n'y a aucun signe de décoloration qui pourrait être attribué à des néovaisseaux choroïdiens.

A la fois l'ICG (gauche) et l'OCT-Angiographie (droite) mettent en évidence une atrophie maculaire chorio-rétinienne sévère avec une bonne visualisation des quelques gros vaisseaux choroïdiens profonds encore perfusés.

Il n'y a pas de signes en faveur d'un réseau néovasculaire dans cette région ni au bord de la zone atrophique. De ce fait, l'OCT-A suggère un cas typique de DMLA atrophique sans aucune complication néovasculaire.

Il n'y a donc pas d'indication de traitement par injections intra-vitréennes.

CONCLUSION

L'OCT-ANGIOGRAPHIE (OCT-A) est une nouvelle méthode, prometteuse, qui permet de visualiser les couches vasculaires, rétinienne et choroïdienne, ainsi que la néovascularisation, dans la région maculaire.

L'OCT-Angiographie génère un contraste bien différencié entre les cellules circulantes et les tissus statiques de voisinage et un signal de "décorrélation" qui rend visibles, en trois dimensions, les vaisseaux rétinien et choroïdiens et ceci, sans injection d'un colorant.

L'avantage particulier de l'OCT-A sur l'angiographie à la fluoresceïne (AF) traditionnelle est qu'elle fournit des informations fonctionnelles en profondeur, en 3 dimensions (3D), sur le flux sanguin dans les vaisseaux et, tout particulièrement, les néo-vaisseaux.

Certes, l'angiographie à la fluoresceïne garde certains privilèges : évaluer les parois des plus fins vaisseaux et capillaires, leur perméabilité, – normale ou anormale –, reconnaître les phénomènes de diffusion, – si évocateurs – analyser la dynamique circulatoire, les retards ou absence de perfusion et la notion d'ischémie, – localisée ou étendue – et, mieux encore, obtenir des images de tout le pôle postérieur ou allant jusqu'à la périphérie.

Toute cette fine séméiologie de l'angiographie avec colorant reste précieuse, irremplaçable pour le diagnostic en cas de doute, et bien souvent très utile, pour le diagnostic initial !

Cependant, cette angiographie avec colorant, fournit seulement des images bidimensionnelles (2D), qui superposent toutes les couches vasculaires perfusées, dans la rétine et dans la choroïde.

L'OCT-Angiographie, au contraire, peut être réalisée avec une grande simplicité, sans injection intraveineuse, aisément et permettant au Patient de bénéficier de contrôles évolutifs aussi fréquents que nécessaire, pour le guider vers le schéma thérapeutique le mieux adapté à chaque cas.

L'OCT-Angiographie, fournit ainsi des informations fonctionnelles complémentaires sur le flux sanguin ainsi que des précisions morphologiques et structurelles, complétées par celles de l'OCT standard, puisque les deux examens sont acquis simultanément.

L'interprétation de l'OCT-A, (associé à des scans OCT-Standard), effectuée sur **des images simultanées** des B-scan et des C-scan, nécessitera évidemment une certaine période d'apprentissage mais des « Critères d'activité » des néo-vaisseaux au cours de l'évolution, sont déjà en cours d'étude et de validation statistique.

Cette nouvelle avancée et ce remarquable progrès d'imagerie, vont ainsi permettre un diagnostic rapide et facilement effectué.

Des décisions thérapeutiques seront suggérées sans délai, au cours du suivi post thérapeutique, qui pourra devenir plus fréquent, efficace et très bien toléré.

