

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen



Faculté de Médecine Département de Médecine

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de

Médecin Spécialiste

Spécialité : Biophysique médicale

Présenté par : DOCTEUR TOUAZ SARAH

**Comparaison entre OCT et OCT-Angiographie dans les
pathologies rétiniennes**

Soutenu le: 04Juillet 2022

Devant les membres de Jury :

M.	BENYOUCEF Mohamed	<i>PROF</i>	Université de Tlemcen	Président
M.	MEGHELLI SidiMohamed	<i>MCA</i>	Université de Tlemcen	Examinateur
M.	BEKHTI Amir	<i>MA</i>	Université de Tlemcen	Encadreur
Mme	CHIALI Meriem F.Z	<i>MA</i>	Université de Tlemcen	Examinatrice

Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions DIEU le tout puissant qui nous a donné santé, courage pour réaliser ce projet.

Mon projet était de montrer que l'exploration de la vision, fonctionnelle et anatomique, était d'un grand intérêt pour s'intégrer dans une démarche diagnostique avant tout clinique. Leur place dans la stratégie diagnostique décisionnelle d'un symptôme visuel.

*Ce projet est l'occasion de remercier mes maîtres au premier rang desquels le **Professeur Benyoucef** qui a été l'un des premiers à avoir la place que prendrait les explorations sensorielles en ophtalmologie. Il nous a transmis un mode de raisonnement précis et concret dans lequel la technique est au service de la clinique et surtout du patient. **Docteur Meghelli** pour sa simplicité d'accès et ses avis pour évaluer mon projet. J'ai une pensée particulière pour le **Professeur Khelif** homme rare dont l'intelligence, l'efficacité et la passion pour les malades et les professionnels du santé, l'enthousiasme et la vision originale des choses sont communicatifs et font que j'ai plaisir à venir travailler.*

*Je tiens à dire ma reconnaissance à tout le personnel médical et technique qui contribue au quotidien à cette formidable aventure qu'est la clinique d'exploration de la vision **LAZOUNI** qui m'ont soutenu ces derniers mois par leur compétence et leur force de partage des connaissances.*

*Ce travail n'aurait pu faire sans le soutien moral indéfectible de mes parents et ma famille **ma mère** qui m'a soutenu pas par pas dans tous les instants mes deux frères « **Mohammed Larbi** » et « **Abdelkader** » et **ma petite sœur** « **Yousra** » Au terme de ce travail, grâce à vos encouragements, c'a été accompli.*

Liste des abréviations

OCT : Tomographie de cohérence optique.

OCTA : Tomographie de cohérence optique angiographie.

OA : Optique adaptative.

RMN : résonance magnétique nucléaire.

TD-OCT : Tomographie de cohérence optique temporelle.

FD-OCT : Tomographie de cohérence optique dans le domaine de fourrier.

FF-OCT : Tomographie de cohérence optique plein champ.

DMLA : Dégénérescence maculaire liée à l'âge.

ILM : Membrane limitant interne.

RNFL : Couche des fibres optiques.

GCL : Couche des Cellules Ganglionnaires.

IPL : Couches plexiforme interne.

INL : Couche nucléaire interne.

OPL : Couche plexiforme externe

ONL : Couche nucléaire externe.

IS : Segment intérieur.

OS : Segment extérieur.

RPE : Epithélium pigmentaire.

HRC : Couche hyper-Réflexive.

ChCap : Choroïde Capillaire.

IB : Inner border (contour interne).

Liste des figures

FIGURE I. 1 : SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE	5
FIGURE I. 2 : ASPECT ONDULATOIRE DE LA LUMIERE	6
FIGURE I. 3: EXPERIENCE DE YOUNG	7
FIGURE I. 4 : L'EFFET PHOTOELECTRIQUE EXPERIENCE DE HERTZ.....	8
FIGURE I. 5 : SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE.....	9
FIGURE I. 6 : FAISCEAU LASER MONOCHROMATIQUE.....	12
FIGURE I. 7 : FAISCEAU LASER DIRECTIF	12
FIGURE I. 8 : FAISCEAU LASER COHERENT	13
FIGURE I. 9 : FAISCEAU LASER DE HAUTE PUISSANCE	14
FIGURE I. 10 : EMISSION STIMULEE.....	14
FIGURE I. 11 : EMISSION STIMULEE.....	15
FIGURE I. 12 : SCHEMA D'UN LASER A GAZ HELIUM NEON	16
FIGURE I. 13 : INTERACTIONS LASER MATIERE BIOLOGIQUE EN FONCTION DE LA DUREE D'IMPULSION ET DE LA DENSITE DE PUISSANCE DU FAISCEAU LASER.....	16
FIGURE I. 14 : L'EFFET THERMIQUE D'INTERACTIONS LASER MATIERE BIOLOGIQUE	17
FIGURE II. 1 : INTERFEROMETRIE DE MICHELSON.....	20
FIGURE II. 2: INTERFEROMETRIE DE MICHELSON POUR L'ŒIL HUMAINE.....	20
FIGURE II. 3 : INTERFEROMETRIE DE MICHELSON POUR L'ŒIL HUMAINE.....	21
FIGURE II. 4 : TIME DOMAIN EN TOMOGRAPHIE	22
FIGURE II. 5 : SPECTRAL DOMAIN EN TOMOGRAPHIE	22
FIGURE II. 6 : PRINCIPE DE L'OCT DANS LE DOMAINE FREQUENTIEL.....	23
FIGURE II. 7 : INTERFEROGRAMME L'INTENSITE DES FRANGES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE L'ECHANTILLON EN MICROMETRES.....	24
FIGURE II. 8 : EXEMPLE DE SIGNAL OBTENU EN FONCTION DE TEMPS A LA SORTIE DE L'INTERFEROMETRE POUR $\lambda = 1300\text{NM}$	24
FIGURE II. 9: Comparaison entre deux images de la rétine obtenues par OCT temporelle(a) et fréquentielle(b).....	26
FIGURE II.10 : RESOLUTION SPATIALE (AVEC Θ ANGLE D'INCLINAISON LA DISTANCE ENTRE LES AXES DES OBJECTIFS).....	27
FIGURE II.11 : L'APPAREIL OPTOVUE RTVUE OCT.....	28
FIGURE II.12 : LES PERFORMANCES D'OCT.....	29

FIGURE II. 13: SCHEMA EN COUPE DE L'ŒIL HUMAIN.	31
FIGURE II.14 : SCHEMA DES COUCHES DE LA RETINE	33
FIGURE II.15 : CORRELATION TOMOGRAPHIE STRUCTURE DE LA RETINE	34
FIGURE II.16 : LES COUCHES HYPERREFLECTIVES ET HYPOREFLECTIVES DE LA RETINE.....	35
FIGURE II.17 : LA RETINE EXTERNE LES COUCHES HYPERREFLECTIVES ET HYPOREFLECTIVES ..	36
FIGURE II.18 : LA REPRESENTATION OCT DE LA RETINE	36
FIGURE III. 1 : TECHNIQUE DE L'OCT-ANGIOGRAPHIE	52
FIGURE III. 2 : LES COUCHES VASCULAIRE DE LA RETINE	52
FIGURE III. 3 : LA COUCHE AVASCULAIRE DE LA RETINE	53
FIGURE III. 4 : LES DIFFERENTES ABREVIATIONS DES COUCHES RETINIENNES	53
FIGURE III. 5 : LA DECOUVERTE DES PLANS VASCULAIRE SUR LA DISPOSITION HISTOLOGIQUE DE LA RETINE.....	53
FIGURE III. 6 : DES PLANS VASCULAIRES DE LA RETINE	54
FIGURE III. 7 : DES PLANS VASCULAIRES DE LA RETINE	55
FIGURE III. 8 : DES PLANS VASCULAIRES DE LA RETINE	55
FIGURE III. 9 : SCHEMATISATION DES CAPILLAIRES RETINIENS	56
FIGURE III. 10 : LES CAPILLAIRES RADIAIRES PERIPAPILLAIRES	57
FIGURE IV . 1 :OCT DU PREMIER CAS	57
FIGURE IV .2 :OCT EN FACE(A) DU PREMIER CAS	57
FIGURE IV .3 :OCT ANGIOGRAPHIE DU PREMIER CAS	57
FIGURE IV .4 :OCT ANGIOGRAPHIE 2 DU PREMIER CAS	57
FIGURE IV .5 :OCT COUPE VERTICALE DU DEUXIEME CAS.....	57
FIGURE IV .6 :OCT EN FACE DU DEUXIEME CAS	57
FIGURE IV .7 :OCT-ANGIOGRAPHIE DU DEUXIEME CAS.....	57
FIGURE IV .8 :OCT-ANGIOGRAPHIE 2 DU DEUXIEME CAS.....	57
FIGURE IV .9:OCT-ANGIOGRAPHIE 3 DU DEUXIEME CAS.....	57
FIGURE IV .10:OCT COUPE VERTICALE DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV .11:OCT COUPE HORIZONTALE DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV.12:OCT DES COUPES VERTICALES ET HORIZONTALES DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV.13:OCT CARTOGRAPHIE DU TROISIEME CAS	57

FIGURE IV.14:OCT CARTES PACHYMETRIQUES DU STROMA(D) ET DE L'EPITHELUM (+FILM LACRYMAL) (E) DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV.15:OCT CARTOGRAPHIE 2 DU TROISIEME CAS.....	57
FIGURE IV.16:OCT DES COUPES HORIZONTALES 2 DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV.17:OCT -ANGIOGRAPHIE DU TROISIEME CAS	57
FIGURE IV.18:OCT -ANGIOGRAPHIE 2 DU TROISIEME CAS.....	57
FIGURE IV.19:OCT COUPE VERTICALE DU QUATRIEME CAS.....	57
FIGURE IV.20:OCT ANGIOGRAPHIE DU QUATRIEME CAS	57
FIGURE IV.21:OCT ANGIOGRAPHIE 2 DU QUATRIEME CAS	57
FIGURE IV.22:OCT COUPE VERTICALE DU CINQUIEME CAS.....	57
FIGURE IV.23:OCT ANGIOGRAPHIE DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.24:OCT ANGIOGRAPHIE2 DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.25:OCT ANGIOGRAPHIE3 DU CINQUIEME CAS.....	57
FIGURE IV.26.27:OCT CONTROL DU CINQUIEME CAS.....	57
FIGURE IV.28:OCT CONTROL 2 DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.29:OCT CONTROL 3DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.30:OCT CONTROL 4DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.31.32:OCT CONTROL 5DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.33:OCT CONTROL 6DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.34:OCT CONTROL 7DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.35:OCT CONTROL 8DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.36.37:OCT CONTROL 9DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.38:OCT CONTROL 10DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.39:OCT CONTROL 11DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.40:OCT CONTROL 12DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.41.42.43.44:OCT CONTROL 13DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.45:OCT CONTROL 14DU CINQUIEME CAS	57
FIGURE IV.46:OCT COUPE VETICALE DU SIXIEME CAS.....	57
FIGURE IV.47:OCT ANGIOGRAPHIE ET EN FACE DU SIXIEME CAS.....	57

FIGURE IV.48:OCT ANGIOGRAPHIE 2 DU SIXIEME CAS.....	57
FIGURE IV.49:OCT ANGIOGRAPHIE 3DU SIXIEME CAS.....	57
FIGURE IV.50:OCT ANGIOGRAPHIE 4DU SIXIEME CAS.....	90
FIGURE IV.51:OCT ANGIOGRAPHIE 5DU SIXIEME CAS.....	90
FIGURE IV.52.53.54:OCT COUPE VERTICALE DU SEPTIEME CAS.....	92
FIGURE IV.55:OCT ANGIOGRAPHIE DU SEPTIEME CAS	92
FIGURE IV.56:OCT ANGIOGRAPHIE2 DU SEPTIEME CAS	92
FIGURE IV.57:OCT COUPE HORIZONTALE ET VERTICALE DU HUITIEME CAS	94
FIGURE IV.58:OCT COUPE VERTICALE DU HUITIEME CAS.....	94
FIGURE IV.59:OCT ANGIOGRAPHIE DU HUITIEME CAS	95
FIGURE IV.60:OCT COUPE VERTICALE DU NEUVIEME CAS	96
FIGURE IV.61:OCT ANGIOGRAPHIE DU NEUVIEME CAS.....	97
FIGURE IV.62:OCT ANGIOGRAPHIE2 DU NEUVIEME CAS	97
FIGURE IV.63:OCT ANGIOGRAPHIE3 DU NEUVIEME CAS	98
FIGURE IV.64.65:OCT CONTROL DU NEUVIEME CAS	98
FIGURE IV.66:OCT CONTROL 2 DU NEUVIEME CAS	99
FIGURE IV.67:OCT CONTROL 3 DU NEUVIEME CAS	99
FIGURE IV.68:OCT CONTROL 4 DU NEUVIEME CAS	100
FIGURE IV.69.70.71.72.73:OCT CONTROL 5DU NEUVIEME CAS.....	100
FIGURE IV.74:OCT CONTROL 6 DU NEUVIEME CAS	101
FIGURE IV.75:OCT CONTROL 7 DU NEUVIEME CAS	101
FIGURE IV.76:OCT CONTROL 8 DU NEUVIEME CAS	102
FIGURE IV.77.78.79:OCT CONTROL 9 DU NEUVIEME CAS	102
FIGURE IV.80:SCHEMA GENERALE D'OCTA MONTRANT LA REGRESSION D'ACTIVITE VASCULAIRE CONTROL 10 DU NEUVIEME CAS.....	103
FIGURE IV. 81:OCT COUPE HORIZONTALE ET VERTICALE DU DIXIEME CAS.....	104
FIGURE IV. 82:OCT COUPE HORIZONTALE DU DIXIEME CAS.....	105
FIGURE IV. 83.84:OCT COUPE VERTICALE MONTARNT LES COUCHES SATTLER ET HALLER DU DIXIEME CAS	105

FIGURE IV. 85:OCT ANGIOGRAPHIE DU DIXIEME CAS.....	106
FIGURE IV. 86:OCT ANGIOGRAPHIE 2 DU DIXIEME CAS	106
FIGURE IV. 87:OCT ANGIOGRAPHIE 3 DU DIXIEME CAS	107
FIGURE IV. 88.89.90:OCT COUPE VERTICALE ET HORIZONTALE (LE RASTER) DU ONZIEME CAS	108
FIGURE IV.91:OCT ANGIOGRAPHIE DU ONZIEME CAS	109
FIGURE IV.92:OCT ANGIOGRAPHIE 2 DU ONZIEME CAS	109
FIGURE IV.93:OCT ANGIOGRAPHIE 3 DU ONZIEME CAS	110
FIGURE IV.94:OCT ANGIOGRAPHIE 4 DU ONZIEME CAS	110
FIGURE IV.95:OCT ANGIOGRAPHIE 5 DU ONZIEME CAS	111

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : LES DIFFERENTES CONFIGURATIONS D'OCT.	25
TABLEAU 2 : LES CARACTERISTIQUES DE L'APAREIL	26
TABLEAU 3 : DEFINITION DES COUCHES RETINIENNES.....	35
TABLEAU 4: LES PATHOLOGIES DE LA RETINE.....	38-48

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS.....	I
LISTE DES FIGURES.....	5
LISTE DES TABLEAUX	10
TABLE DES MATIERES	4
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : DES RAPPELS BIOPHYSIQUES	4
I. DEFINITION DE LA LUMIERE :	5
II. ASPECT ONDULATOIRE DE LA LUMIERE :	5
II.1. Aspect ondulatoire :	5
II.2. Les caractéristiques :	6
II.3. Mise en évidence de l'aspect ondulatoire les interférences expérience de Young : 6	
II.4. L'aspect corpusculaire :	7
III. MISE EN EVIDENCE DE L'ASPECT CORPUSCULAIRE L'EFFET PHOTOELECTRIQUE :	8
IV. DUALITE ONDE CORPUSCULE :	8
V. CLASSIFICATION DES RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES :	9
V.1. Définition d'un rayonnement non ionisant :	9
V.2. Les rayonnements infrarouges :	10
VI. LE LASER :	11
VI.1. Les caractéristiques :	11
VI.2. Les bases de production de laser :	14
CHAPITRE II : TOMOGRAPHIE EN COHERENCE OPTIQUE OCT.....	18
I. INTRODUCTION A L'OCT :	19
II. DEFINITION DE L'OCT ET SON PRINCIPE :	19
II.1. Interférométrie de Michelson.....	19
III. LES METHODES DISPONIBLES :	21
III.1. Time domain en tomographie: TD OCT	21
III.2. Spectral domain en tomographie: SD OCT	22
III.3. Interférogramme.....	23
III.4. Le signal OCT :	24
III.5. Transformée de Fourier :	25
III.6. La comparaison entre les deux modalités :	25
III.7. Des définitions :	27

III.8. L'appareil Optovue Rtvue OCT et ses caractéristiques :	28
IV. LES PERFORMANCES DE L'OCT :	29
V. REALISATION D'UN EXAMEN OCT :	30
VI. RAPPEL ANATOMIQUE DE L'ŒIL :	30
VI.1. Les tuniques de l'œil :	31
VI.1.1. La sclérotique :	31
VI.1.2. 2. L'uvéa :	31
VI.1.3. La rétine :	32
VI.2. Les milieux transparents de l'œil :	32
VI.3. Les segments topographiques:	33
VI.4. Définition des couches réiniennes :	33
VII. LA CORRELATION TOMOGRAPHIE STRUCTURE :	34
VIII. APPLICATION DE LA METHODE TOMOGRAPHIQUE EN OPHTALMOLOGIE:	37
IX. LES LIMITES DE TOMOGRAPHIE:	37
X. LES PATHOLOGIES DE LA RETINE :	38
XI. CONCLUSION :	48
CHAPITRE III : TECHNIQUE ET GENERALITES SUR L'OCT-ANGIOGRAPHIE	49
I. INTRODUCTION ET EVOLUTION DE L'OCT:	50
II. GENERALITES SUR L'OCT-ANGIOGRAPHIE :	51
III. TECHNIQUE DE L'OCT-ANGIOGRAPHIE :	51
IV. LES PLANS VASCULAIRES DE LA RETINE :	53
CHAPITRE IV : LA PARTIE PRATIQUE	58
I. MATERIEL ET METHODES LA BASE DE DONNEES :	59
I.1. Critères d' inclusion :	59
I.2. Critères d' exclusion:	59
I.3. Ethique:	59
II. RESULTATS LE PREMIER CAS :	59
II.1. Conclusion du 1 ^{er} malade:	62
II.2. Discussion du premier cas :	63
III. LE DEUXIEME CAS :	63
III.1. Conclusion du 2 ^{ème} malade :	67
III.2. Discussion de deuxième cas :	67
IV. LE TROISIEME CAS :	67
IV.1. Conclusion du malade n°3 :	72

IV.2. Discussion de troisième cas :	72
V. LE QUATRIEME CAS :	73
V.1. Conclusion du 4 ^{ème} malade :	75
V.2. Discussion du quatrième malade :	75
VI. LE CINQUIEME CAS :	77
VI.1. Conclusion du cinquième malade :	86
VI.2. Discussion du 5 ^{ème} malade :	87
VII. LE SIXIEME CAS :	87
VII.1. Conclusion du 6 ^{ème} malade :	90
VII.2. Discussion du 6 ^{ème} malade :	91
VIII. LE SEPTIEME CAS :	91
VIII.1. Conclusion du septième malade :	93
VIII.2. Discussion de septième cas :	93
IX. LE HUITIEME CAS :	94
IX.1. Conclusion du huitième malade :	95
IX.2. Discussion du huitième cas :	95
X. LE NEUVIEME CAS :	96
X.1. Conclusion du neuvième malade :	103
X.2. Discussion de neuvième cas :	104
XI. LE DIXIEME CAS :	104
XI.1. Conclusion du dixième cas :	107
XI.2. Discussion du dixième cas	107
XII. LE ONZIEME CAS :	108
XII.1. Conclusion du onzième malade :	111
XII.2. Discussion du onzième cas :	111
XIV. DISCUSSION GENERALE:	113
CONCLUSION GENERALE	114
PERSPECTIVES.....	115
BIBLIOGRAPHIE	116

Introduction générale

L'imagerie optique des tissus biologiques a un grand intérêt dans le domaine biomédical en raison de ses nombreuses qualités. En effet, l'utilisation des ondes comprises dans le visible et l'infrarouge rend l'imagerie optique non invasive et non destructrice. Cependant, la diffusion d'une grande partie de la lumière se propageant dans de tels objets a représenté un énorme obstacle pendant longtemps. L'application récente de l'interférométrie à faible cohérence a permis de collecter sélectivement les photons balistiques de la lumière rétrodiffusée et de les amplifier, donnant ainsi naissance à la technique de tomographie de cohérence optique[1].

Cette technique d'imagerie basée sur l'interférométrie en lumière faiblement cohérente, développée au début des années 90 par Naohiro Tanno, professeur à Yamagata university Japan, et en particulier depuis 1991 par Huang et al. Dans le laboratoire du Prof[2]. James Fujimoto du Massachusetts Institute of Technology, l'OCT apportant une résolution microscopique et une capacité d'imagerie transversale est devenue une technique d'imagerie prédominante en recherche[3]. Les premières images OCT « in vivo » traitant de structure rétinienne ont été publiées en 1993, par le Dr Jean Michel Muratet ophtalmologue, l'OCT ne s'est généralisé en ophtalmologie que depuis les années 2005-2006, permettant d'explorer de façon très performante les yeux. À partir de 2008, l'appareil a été diffusé à grande échelle, dans les cabinets d'ophtalmologies en France. « C'est un examen qui utilise un laser infrarouge permettant de prendre des images de grande qualité, à une vitesse incroyable » explique le Dr Muratet[3]. L'OCT ne cesse en effet de se développer, de se diversifier et de se spécialiser, trouvant sans cesse de nouvelles applications[4]. Elle constitue donc une pierre angulaire dans l'ophtalmologie spécifiquement, car elle permet d'évaluer la morphologie ainsi que de mesurer l'épaisseur des différentes couches réiniennes, ce qui aide à mieux connaître l'anatomie de la fovéa humaine et prédire l'évolution de la pathologie rétinienne[4].

L'OCT angiographie est une nouvelle technique d'imagerie, rapide et non invasive, qui permet d'étudier les vaisseaux sanguins de la rétine. L'OCT A est capable de fournir une image des vaisseaux sanguins de la rétine en trois dimensions et de détecter des anomalies capillaires chez des patients souffrant de rétinopathies diabétiques ou d'autres maladies vasculaires réiniennes sans injection de produit de contraste, quel est le domaine d'application de l'OCTA, quel est l'apport de l'OCTA comparant à l'OCT en domaine

d'ophtalmologie, et es ce qu'il peut remplacer la technique angiographique en vue de ses avantages.

Devant ce débat j'ai réalisé mon mémoire en la divisant en quatre chapitres afin d'atteindre les objectifs :

Chapitre1 : rappel Biophysique.

Dans ce chapitre nous présentons la notion de lumière avec ses deux aspects ondulatoire et corpusculaire (définition, caractéristiques, mise en évidence), dualité onde corpuscule, puis nous définissons les rayonnements infrarouges et ses caractéristiques utilisées dans l'OCT et sa source laser. La rédaction de ce chapitre est faite pour montrer l'originalité des caractères utilisés de l'OCT à savoir la lumière infrarouge et sa source laser.

Chapitre2 : Tomographie en cohérence optique OCT.

Dans ce chapitre nous présentons la technique d'OCT (définition, principe, évolution, les différentes configurations, réalisation, corrélation avec les structures rétiniennes, et les limites d'OCT), et on définit les différentes pathologies rétiniennes inclus dans notre travail. La rédaction de ce chapitre est faite pour montrer l'importance de l'OCT et son évolution pour le diagnostic des pathologies de la rétine.

Chapitre3 : Technique et Généralités sur l'OCT-Angiographie.

Pour ce chapitre, on va décrire l'évolution récente sur le plan de l'acquisition rapide du signal permettant de faire une OCT-A ou OCT Angiographie, et nous allons visualiser les différents plans vasculaires de la rétine sans injection de produit de contraste. et cela, dans le but de montrer l'importance de l'OCT-A et ses indications dans les maladies vasculaires rétiniennes.

Chapitre4 : la partie pratique.

A travers ce chapitre, nous effectuons une comparative entre OCT et OCTA pour des sujets acquis et collectés dans la base de données utilisée dans notre travail. Nous détaillons les cas et les discuterons séparément tout en montrant la pathologie concernée. Enfin, on montre l'interprétation des résultats obtenus dont on évalue le rôle des deux

techniques dans les pathologies rétiniennes pour but d'identifier les indications déterministes de OCTA et de montrer que cette nouvelle technologie reste encore un domaine de recherche.

Nous concluons notre mémoire par une conclusion générale avec quelques perspectives

Chapitre I : Des rappels biophysiques

I. Définition de la lumière :

La lumière est une onde électromagnétique qui se caractérise par:

- Sa fréquence ν en Hertz ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$)
- Sa période T en seconde (s) ($T = 1/\nu$)
- Sa longueur d'onde λ (m) : Elle représente la distance parcourue par l'onde pendant une période T $\lambda = CT = C/\nu$
- Son énergie : $E = h\nu$ ($h = 6.625 \cdot 10^{-34}$ (SI) = Cte de Planck)
- Bande étroite du domaine spectrale [6] (Figure I. 1).

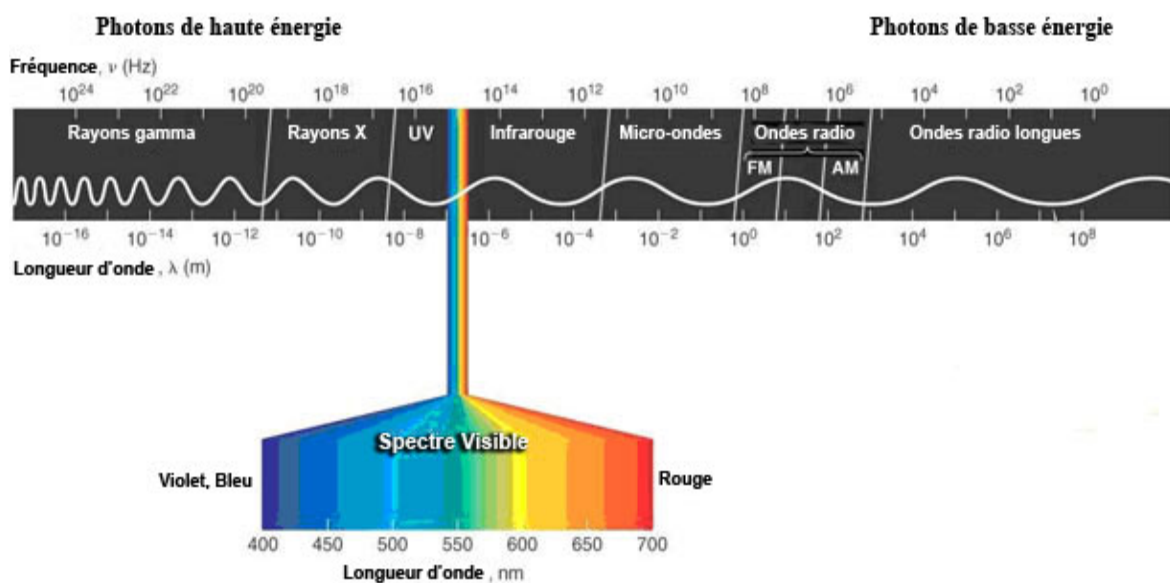


Figure I. 2 : spectre électromagnétique [6]

II. Aspect ondulatoire de la lumière :

II.1. Aspect ondulatoire :

Une onde est un phénomène de propagation qui n'a pas de possession proprement parlé :

Par exemple des vagues à la surface de l'eau.

D'après la théorie de Maxwell, les rayonnements électromagnétiques sont des ondes composées d'un champ magnétique \vec{B} et d'un champ électrique \vec{E} qui vibrent en phases perpendiculairement l'un par rapport à l'autre et qui se déplacent en ligne droite selon la direction de propagation \vec{d} [6] (Figure I. 3).

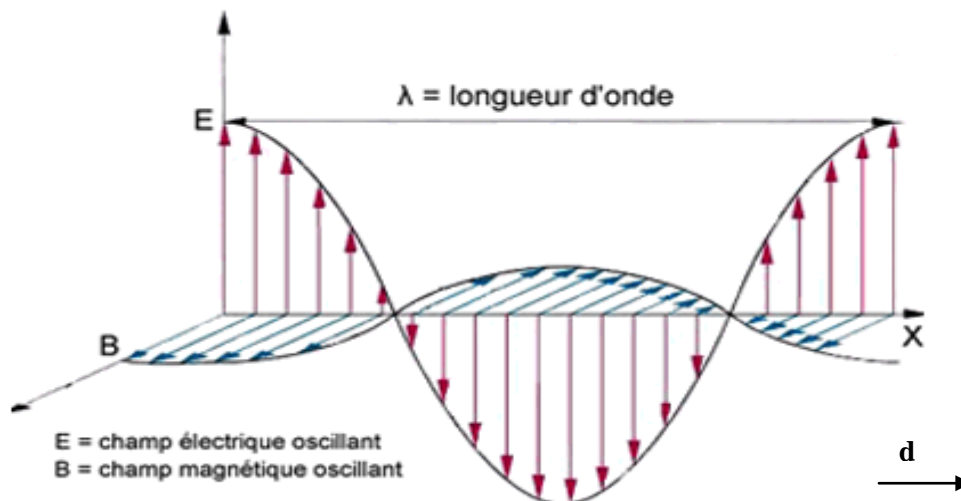


Figure I. 4 : aspect ondulatoire de la lumière[6]

II.2. Les caractéristiques :

- **vitesse de propagation :**

- dans le vide : 3×10^8 (m/s)
- dans un milieu matériel : $v=c/n$

Avec n =indice de réfraction, $n > 1$. [7]

- **fréquence d'oscillation et période :**

Elles sont caractéristiques de l'onde et invariantes(ne dépend pas de milieu traversé)

- fréquence : ν s'exprime en Hertz (s^{-1}).
- période : $T=1/\nu$ s'exprime en seconde(s).
- longueur d'onde λ : Dépend du milieu traversé, dans le vide $\lambda=c/\nu=c.T$ s'exprime en mètre (m).Elle peut être unique pour une radiation, (onde monochromatique) ou s'associer à plusieurs longueurs d'onde différentes (onde polychromatique)[7].

II.3. Mise en évidence de l'aspect ondulatoire les interférences expérience de Young :

Dans l'expérience de Young, on utilise une source lumineuse S monochromatique et on interpose une plaque percée de deux fentes[8]. Celles-ci se comportent alors comme des sources secondaires S1 et S2. On observe alors, sur un écran placé derrière, des franges

alternativement sombres et claires : les ondes issues de S1 et S2 s'interfèrent entre elles[8]

(Figure I. 5).

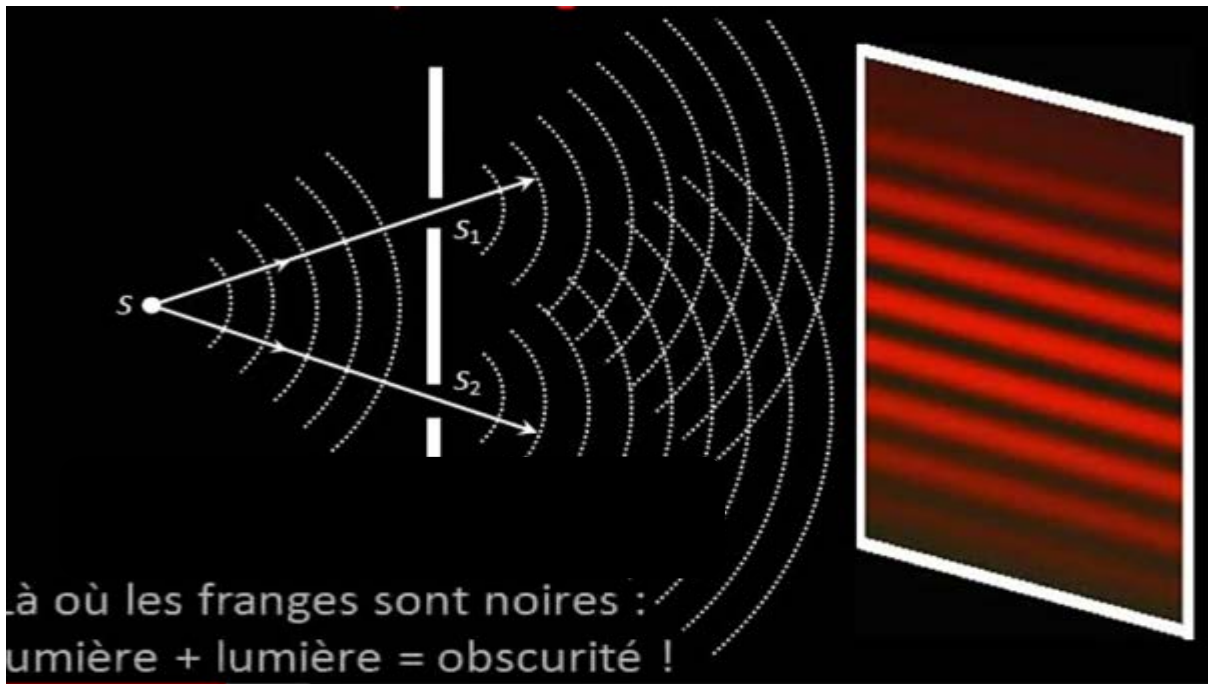


Figure I. 6: expérience de Young[8]

- **les interférences** : phénomène résultant de la superposition de deux ou plusieurs mouvements vibratoires de même nature, de fréquence identique ou voisines[9].
- **les franges d'interférences** : ensemble des points d'amplitude maximale et des points d'amplitude minimale obtenus par l'interférence de deux ou plusieurs mouvements vibratoires[9].

II.4. L'aspect corpusculaire :

L'aspect ondulatoire des ondes électromagnétiques s'avère insuffisant pour expliquer certains phénomènes physiques tels que l'effet photoélectrique(EPE) En 1900, Planck a établi dans sa théorie, que chaque vibration électromagnétique pouvait être considéré comme un faisceau de particules indivisibles : **les photons**. Chaque photon transporte un quantum d'énergie[10].

Selon Einstein (1915) :

$$E=h\nu$$

E= énergie exprimée en électronvolt (eV)

ν = fréquence

$h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s ; C'est la constante de Planck [10]

III. Mise en évidence de l'aspect corpusculaire l'effet photoélectrique :

Si on éclaire une plaque de zinc portée à un potentiel négatif, par une source S de rayons UV ou de Rayons X, on constate un passage de courant (déviation de l'aiguille de l'ampèremètre) : les électrons sont arrachés de la plaque et sont recueillis par l'anode E (expérience réalisée par Hertz en 1887). La production de ce courant ne peut pas être expliquée par l'interaction entre l'onde électromagnétique et la plaque de zinc [11] (Figure I. 7).

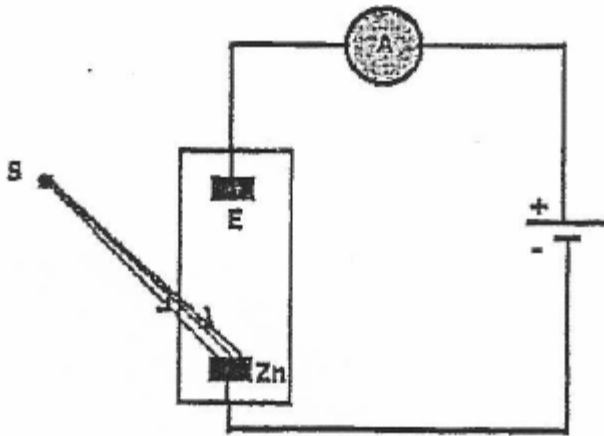


Figure I. 8 : L'effet photoélectrique expérience de Hertz [11]

IV. Dualité onde corpuscule :

En 1923, le scientifique Français Louis de Broglie considère que les deux modèles ne sont pas forcément opposés, mais qu'ils devraient coexister [12].

Autrement dit, les ondes électromagnétiques se présentent sous une forme dualiste :

Aspect corpusculaire et ondulatoire.

En posant : $\nu = c/\lambda$ on aura $E = h c/\lambda$ [12]

- **Relation de Duane et Hunt :**

On peut exprimer l'énergie du photon en électronvolt (eV), en fonction de la longueur d'onde du rayonnement en nanomètre (nm) [12].

$$E_{\text{ev}} = \frac{(6,62 \times 10^{-34}) \times (3 \times 10^8)}{1,6 \times 10^{-19} \lambda} \times 10^9 = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$$

V. Classification des rayonnements électromagnétiques :

Le REM est caractérisé par une fréquence (nombre d'onde par seconde), et une longueur d'onde (distance entre les crêtes d'ondes adjacentes) et ces ondes contiennent de l'énergie électrique et magnétique[13](Figure I. 9).

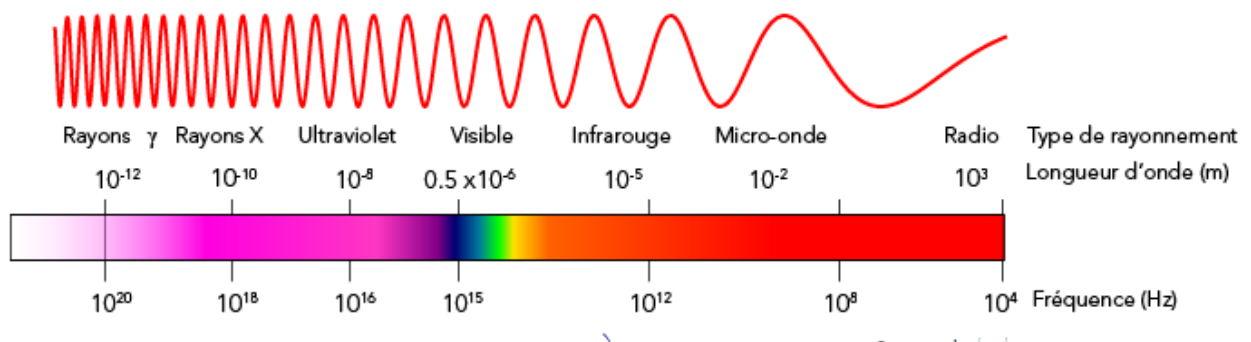


Figure I. 10 : spectre électromagnétique[13].

Le spectre électromagnétique(REM) englobe toute une gamme d'énergies, depuis l'énergie très faible comme les ondes radio jusqu'à l'énergie très haute comme les rayons gamma[13].

Il ya sept formes naturelles de REM.les rayons gamma avec la plus courte longueur d'onde, puis, il ya les rayons X, le rayonnement infrarouge et les micro-ondes. Enfin, il y a les ondes radio qui ont le moins d'énergie et la plus grande longueur d'onde[13].

V.1. Définition d'un rayonnement non ionisant :

- **Par définition**, un rayonnement non ionisant est une onde électromagnétique (OEM) dont **l'énergie est insuffisante pour ioniser la matière** ($E = \lambda \nu < 13,6 \text{ eV}$).
- Ce type de rayonnement est constitué essentiellement de rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde supérieure à 100 nm.
- Parmi ces rayonnements nous avons: les ondes Radioélectriques, les rayonnements ultraviolets UV (proche de visible), le visible et l'infrarouge IR[13].

V.2. Les rayonnements infrarouges :

Le rayonnement infrarouge IR est un rayonnement électromagnétique non ionisant similaire à celui de la lumière visible, mais avec une longueur d'onde plus longue comprise entre $0.75\mu\text{m}$ et 1mm environ (entre 700 et 10000nanomètre)[13].

- **propriétés :**

La propriété principale de l'infrarouge est le rayonnement thermique qui produit de la chaleur lorsqu'il est absorbé par un corps ou une matière[14].

Infrarouge est les seules parties du spectre électromagnétique (avec la lumière visible) que nos sens peuvent détecter(ressenti comme de la chaleur)[14].

- **les caractéristiques de l'infrarouge utilisé dans la tomographie :**

*lumière infrarouge ($\lambda = 1300\text{nm}$) peut traverser un tissu biologique et ressortir avec de l'information des microstructures qu'elle a traversées[14].

Le proche infrarouge est une fenêtre spectrale dans laquelle la lumière pénètre profondément dans les tissus. Cette pénétration s'explique par les propriétés optiques des divers composants des tissus biologiques[14].

Ces propriétés des tissus biologiques sont :

- le coefficient d'absorption μ_a (cm^{-1}), produit de la concentration c par le coefficient d'extinction molaire ϵ , qui est en fonction de la longueur d'onde λ [14].
- le coefficient de diffusion μ_s (cm^{-1})[14].
- le paramètre d'anisotropie g de diffusion déterminée par λ et par la taille des composés tissulaires[14].

Cette pénétration importante dans le proche infrarouge (900-1300 nm) est due d'une part à une diffusion plus faible que dans le visible et d'autre part à un minimum d'absorption des tissus. En effet, en dessous de 600 nm, l'absorption par la mélanine et par l'hémoglobine est importante, alors qu'au dessus de 1000 nm l'eau est fortement absorbante[14].

La diffusion :

Est un phénomène par lequel un rayonnement, comme la lumière est dévié dans divers directions par une interaction avec d'autres objets. la diffusion peut être isotrope, c'est-à-dire répartie uniformément dans toutes les directions, ou anisotrope[15].

L'absorption :

Désigne un processus physique par lequel l'énergie électromagnétique est transformée en une autre forme d'énergie tel qu'une énergie électronique, agitation particulaire, chaleur[15].

Dans la bande 900-1300 nm, les tissus biologiques ont un coefficient d'absorption faible : $0.1 < \mu_a < 1 \text{ cm}^{-1}$, un paramètre d'anisotropie voisin de 0.9 et un coefficient de diffusion très faible $100 < \mu_s < 1000 \text{ cm}^{-1}$ [14].

La valeur élevée du paramètre de diffusion est à l'origine de la principale difficulté de réalisation d'un système d'imagerie, puisque au-delà de quelques micromètres la lumière ne se propage plus suivant sa direction initiale[14].

VI. Le laser :

LASER = En français Amplification de la lumière par émission stimulée de rayonnement, est un système photonique .il s'agit d'un appareil qui produit un rayonnement lumineux spatialement et temporellement cohérent repose sur le processus d'émission stimulée[16].

VI.1. Les caractéristiques :

Le faisceau laser est :

- strictement monochromatique (une seule longueur d'onde, les photons qui sortent sont identiques)[16](Figure I. 11).

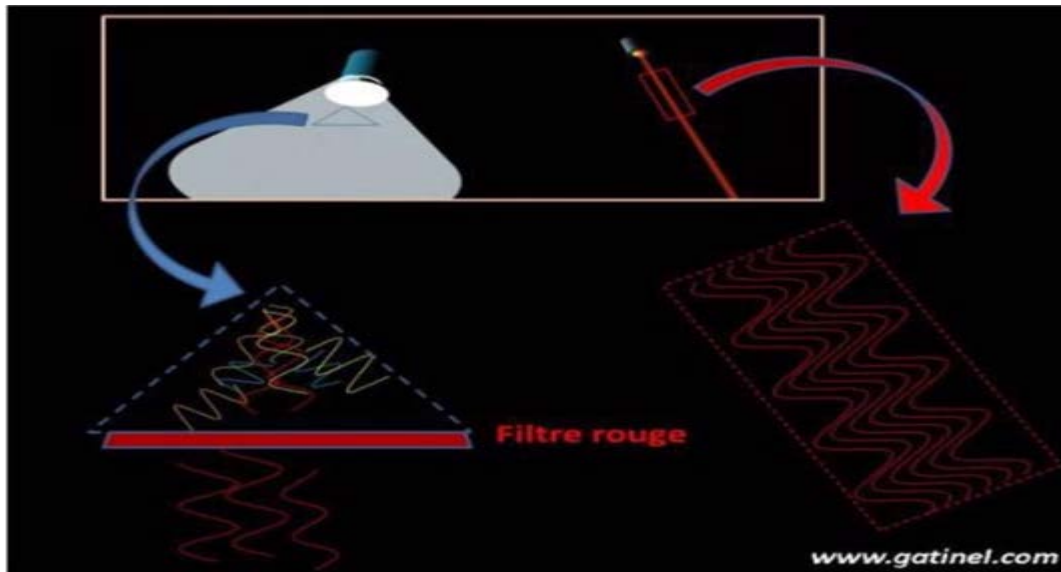


Figure I. 12 : faisceau laser monochromatique[16].

- **directif** (le faisceau est cylindrique, toujours de même épaisseur, il ne diverge pas)[16](Figure I. 13)

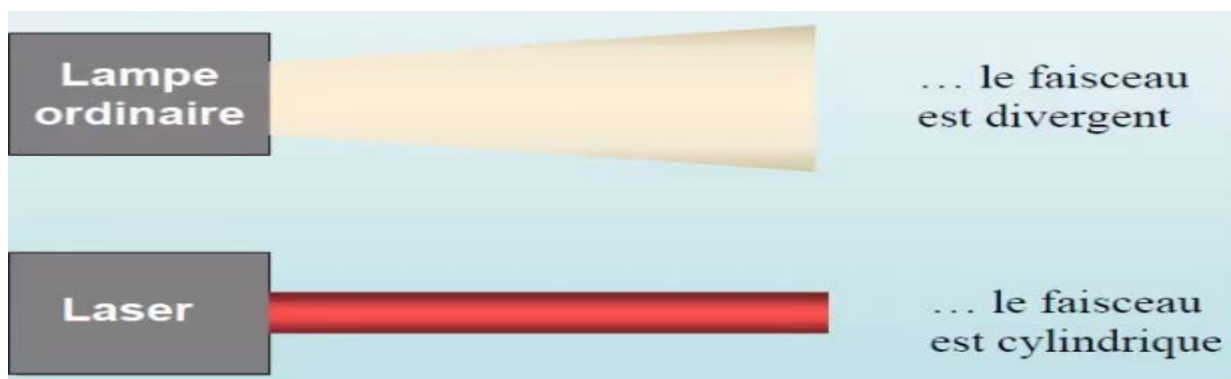


Figure I. 14 : faisceau laser directif[16]

- **cohérent** (la vibration dans un point du faisceau est en corrélation avec la vibration dans un autre point, cette lumière peut interférer)[16] (Figure I. 15).

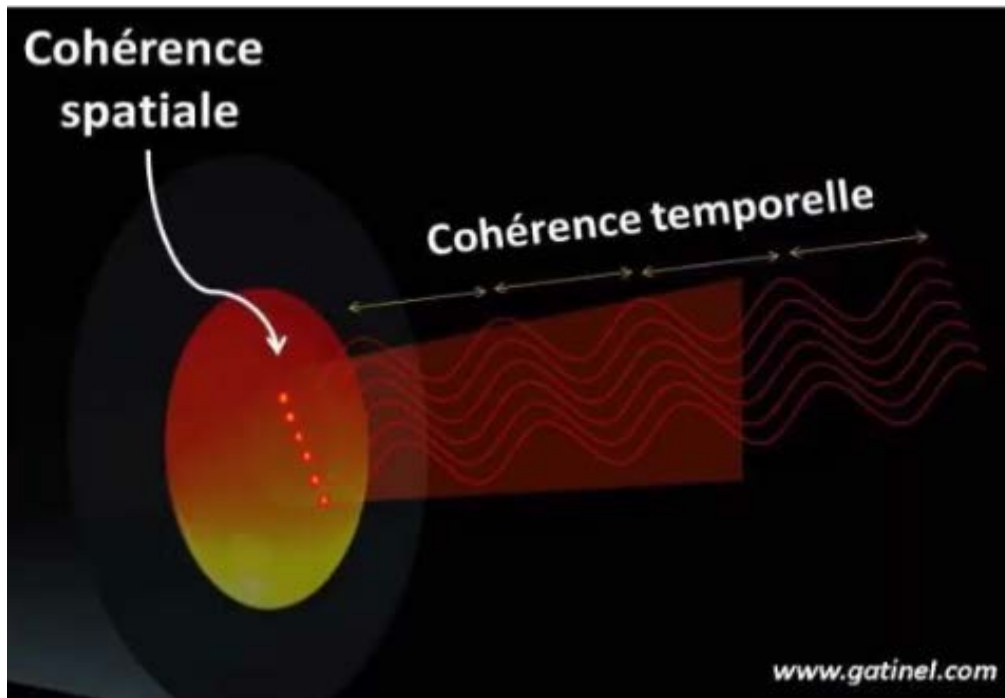


Figure I. 16 : faisceau laser cohérent[16]

La cohérence spatiale de la source traduit le fait que les différents points de la source laser situés dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation sont dans le même état de phase (la différence de phase est nulle). La cohérence temporelle implique que cette différence de phase est constante dans le temps. La cohérence temporelle de la lumière laser n'est pas infinie, mais est beaucoup plus longue que celle de la lumière émise par une source de lumière non cohérente. La durée moyenne de cohérence des trains d'onde émis par une source est de 10^{-11} secondes pour une source classique et 10^{-8} secondes pour un laser hélium néon. La cohérence temporelle de la lumière laser est liée à sa pureté spectrale[16]

- de **haute puissance** (l'énergie lumineuse est concentrée sur une surface très petite)[16] (Figure I. 17).

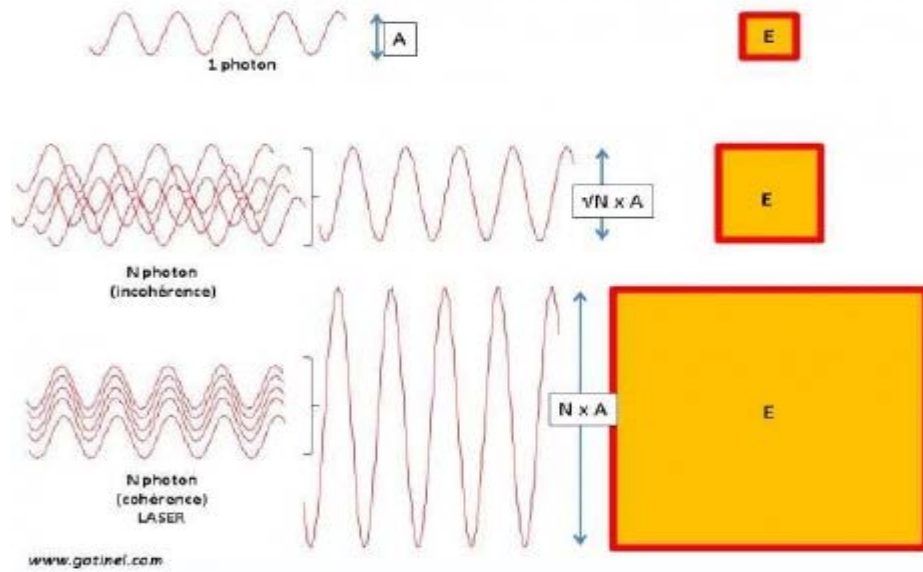


Figure I. 18 : faisceau laser de haute puissance[16]

L'énergie est proportionnelle au carré de l'amplitude: en cas de phase « aléatoire » entre les photons, l'amplitude de l'onde totale tend vers la racine carrée du nombre de photons présents. En cas de phase identique (lumière laser), l'amplitude de l'onde totale est logiquement égale à la somme des amplitudes respectives de chaque photon[16].

VI.2. Les bases de production de laser :

- premier principe : émission stimulée

Un atome émet de la lumière (un photon) quand il passe d'un niveau énergétique excité E' à un niveau énergétique inférieur E [16] (Figure I. 19).

L'énergie du photon émis : $h\nu = E' - E$

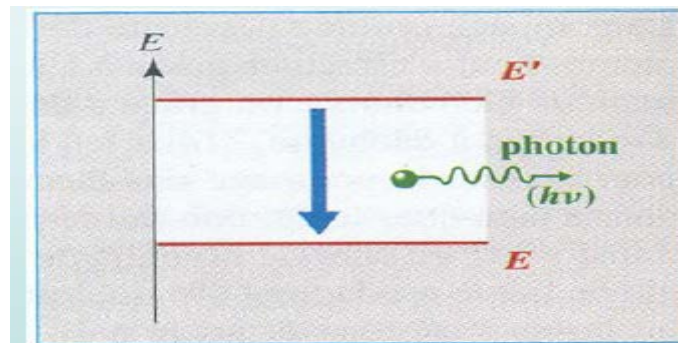


Figure I. 20 : émission stimulée[16]

La désexcitation **stimulée** de l'atome est

- **déclenchée** par un photon incident d'énergie $h\nu = E' - E$
- le photon émis est **identique** au photon incident (même fréquence ν et direction),
- les deux photons représentent des ondes qui vibrent **en phase** la lumière laser est **cohérente**[16] (Figure I. 21).

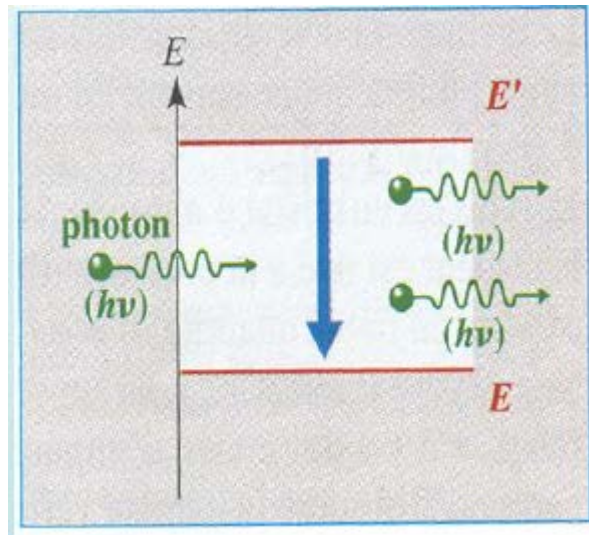


Figure I. 22 : émission stimulée[16]

- **deuxième principe la multiplication**

Pour obtenir un faisceau laser ; il est nécessaire de multiplier la stimulation

La multiplication se fait dans une cavité optique formé d'un cylindre qui renferme un milieu actif amplificateur (exp ;gaz) bordé par deux miroirs dont l'un est partiellement réfléchissant[16].

Le milieu amplificateur est stimulé par un système de pompage (source d'énergie extérieure : électrique, optique)[16](Figure I. 23)

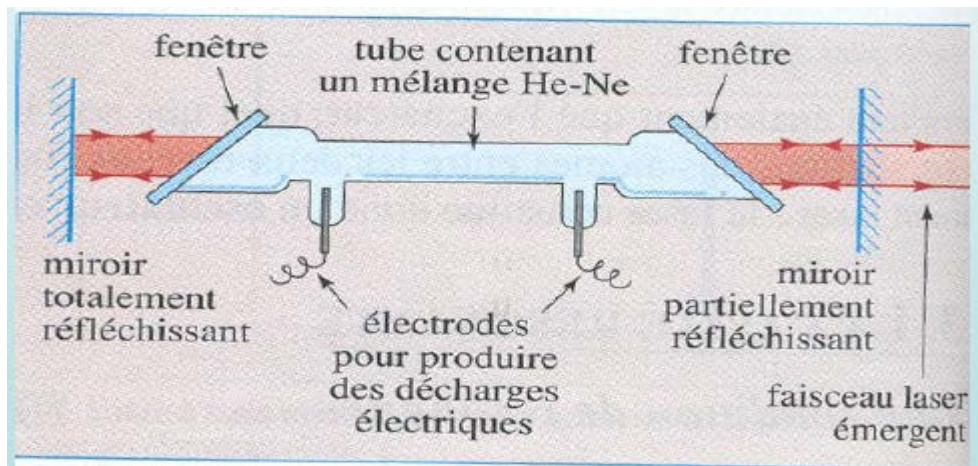


Figure I. 24 : schéma d'un laser à gaz hélium néon[16]

- un photon passe plusieurs fois par le milieu actif du résonateur[16]
- il engendre une avalanche de photons identiques et lorsque le faisceau est suffisamment intense miroir semi réfléchissant laisse passer faisceau laser[16]

I.6.3 Mécanisme d'interaction des lasers avec la matière vivante :

L'interaction de la lumière avec les tissus biologiques se fait selon grosso-modo quatre processus qui dépendent des propriétés de l'impulsion laser[16].

La figure ci-dessous. Montre la répartition de ces processus en fonction de la durée d'impulsion et de la densité de puissance du faisceau lumineux[16](Figure I. 25).

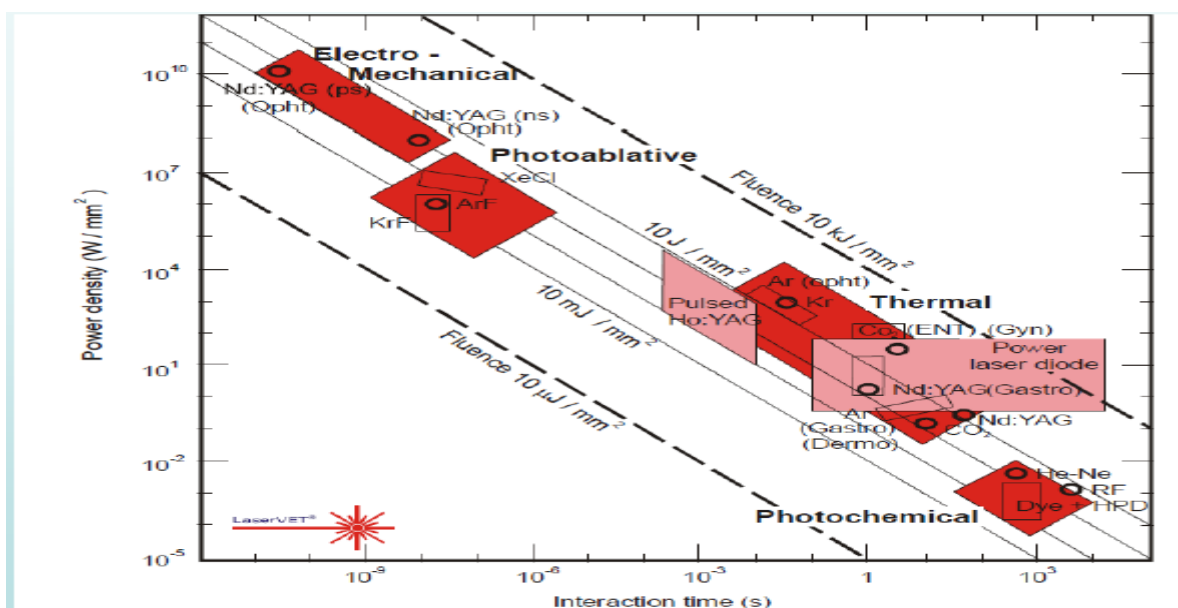


Figure I. 26 : interactions laser matière biologique en fonction de la durée d'impulsion et de la densité de puissance du faisceau laser[16].

- **Effets thermiques :**

L'effet du laser dépend de l'énergie lumineuse absorbée dans un volume de tissu pendant une période de temps[16](Figure I. 27).

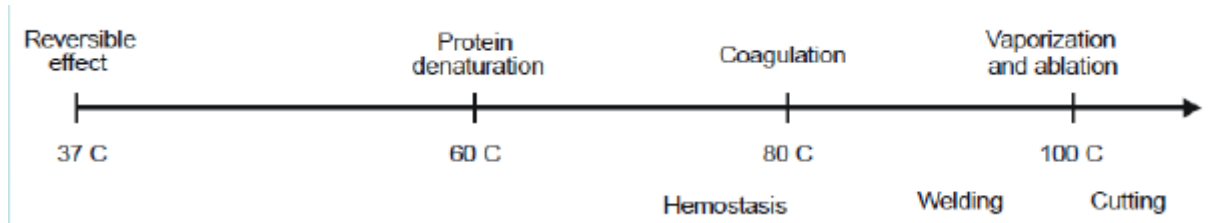


Figure I. 28 : L'effet thermique d'interactions laser matière biologique[16]

- **effet photochimique :**

Rupture des liaisons chimiques détruisant la molécule[16].

Exp: Thérapie photodynamique.

On utilise des réactions chimiques provoquées par l'absorption de la lumière à des longueurs d'onde spécifiques pour tuer des cellules. Cette technique a été appliquée initialement en oncologie mais est applicable à d'autres maladies telles que la dégénération maculaire provoquée par la prolifération de nouveaux vaisseaux sanguins dans la rétine[16].

- **effet photoablatif :**

Domaine des impulsions de très courte durée, donc de très grande puissance qui provoquent l'abrasion de la matière organique[16].

- **effet photomécanique :**

Domaine des densités de puissances très élevées avec propagation d'onde mécanique[16].

Chapitre II : Tomographie en cohérence optique OCT

I. Introduction à l'OCT :

L'OCT (pour Optical Coherence Tomography) est une technique relativement récente qui permet d'obtenir des images de tissus biologiques en mesurant la réflexion de la lumière sur la structure concernée[17].

En fonction de la longueur d'onde utilisée, les détails discernables sont de l'ordre de 1 à 15 μm , soit au moins deux fois plus fins que ce qui est accessible avec les plus performantes des méthodes conventionnelles comme l'IRM ou l'échographie à ultrasons à haute résolution[17].

Sa principale limite est la nécessité d'analyser des structures laissant suffisamment passer la lumière pour obtenir une image réfléchiée[17].

II. Définition de l'OCT et son principe :

- Est une méthode d'imagerie non invasive et utilisable in vivo, fondée sur l'interférométrie[17].
- une onde électromagnétique d'une longueur d'onde proche de l'infra rouge est envoyée dans le tissu à étudier, et la réflexion du faisceau par les différentes interfaces est analysée de façon à réaliser une image du coupe en tissu[17].
- comparés aux autres d'imagerie notamment l'échographie, la tomographie est caractérisée par une résolution spatiale élevée (quelque micromètres), mais une profondeur de pénétration souvent limitée par la diffusion de l'onde (dans la sclère en particulier) ou son absorption par (les structures de l'uvée contenant la mélanine)[17].

II.1. Interférométrie de Michelson

- méthode fondée sur l'étude des interférences formées par l'interaction de plusieurs ondes électromagnétiques.
- en tomographie, c'est l'étude des interférences entre une onde réfléchiée par les interfaces des tissus et une onde de référence qui permet de connaître la position des interfaces des tissus.
- la formation d'une interférence signe la présence d'une interface à distance égale à celle de la longueur de l'onde de référence[18 (Figure II. 1)].

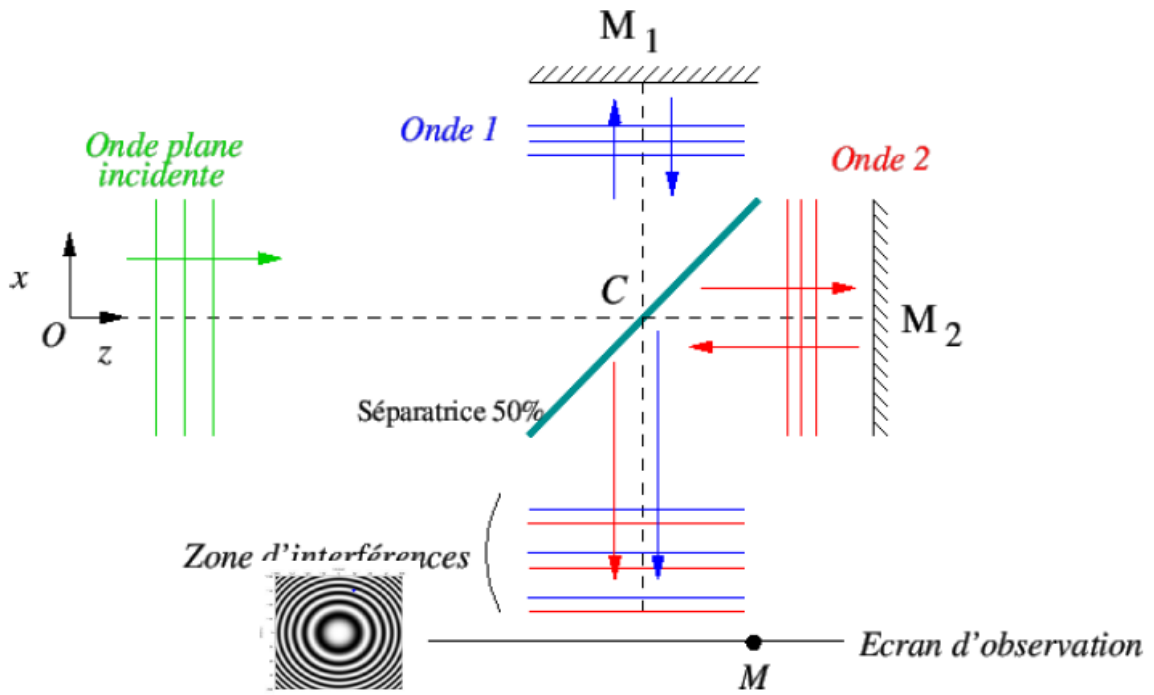


Figure II. 2 : Interférométrie de Michelson[18]

- Pour l'œil humaine

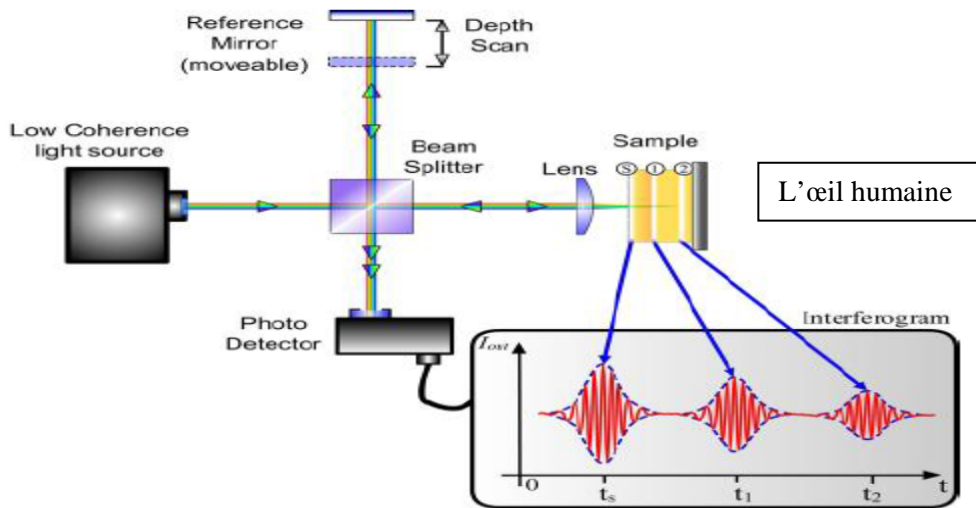


Figure II. 3: Interférométrie de Michelson pour l'œil humaine[18]

Une onde incidente est divisée en deux, l'une allant se projeter sur un miroir plan et l'autre sur l'œil. Les deux ondes ainsi créées se reflètent, l'onde envoyée sur le miroir revenant sous la forme d'un écho simple, l'onde envoyée dans l'œil sous la forme d'une multitude d'échos en fonction de la structure traversée[18].

Ces ondes sont comparées par un interféromètre qui mesure la cohérence entre celles-ci (d'où le terme tomographie par cohérence)[18](Figure II. 4).

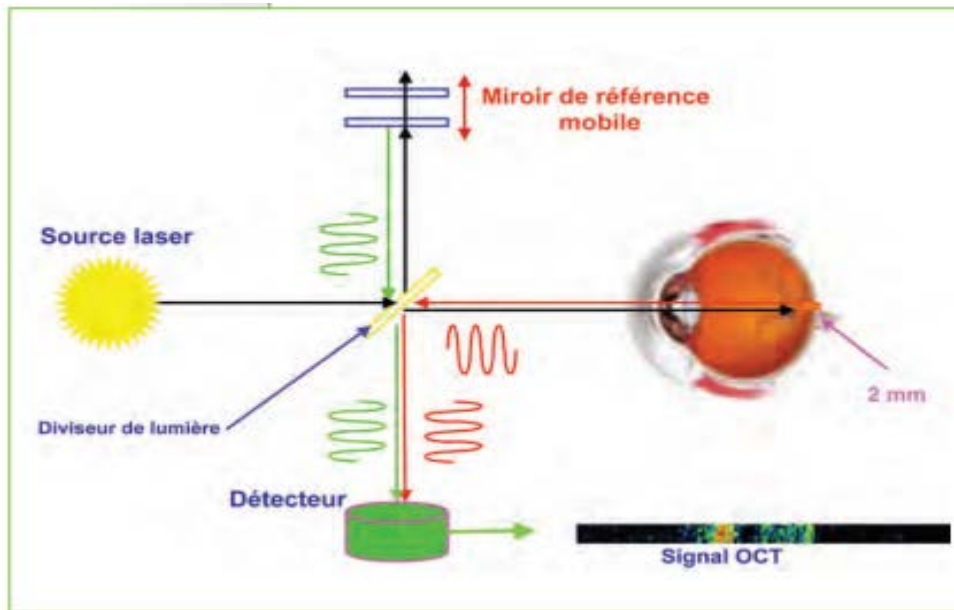


Figure II. 5 : Interférométrie de Michelson pour l'œil humaine[18]

Ceci permet de déduire l'épaisseur de la structure traversée par l'onde[18].

III. Les méthodes disponibles :

III.1. Time domain en tomographie: TD OCT

Cette simple mesure en un point donné et à une profondeur donnée s'appelle un A-Scan. Avec la technologie « Time Domain », le miroir se déplace à plusieurs reprises en profondeur pour analyser les différentes couches de la rétine[18].

Plusieurs mesures en une dimension sont ensuite recomposées en 2 dimensions pour obtenir une coupe de rétine en un endroit donné (B-Scan). La méthode de Time Domain est limitée par ces mouvements de miroirs[18] (Figure II. 6).

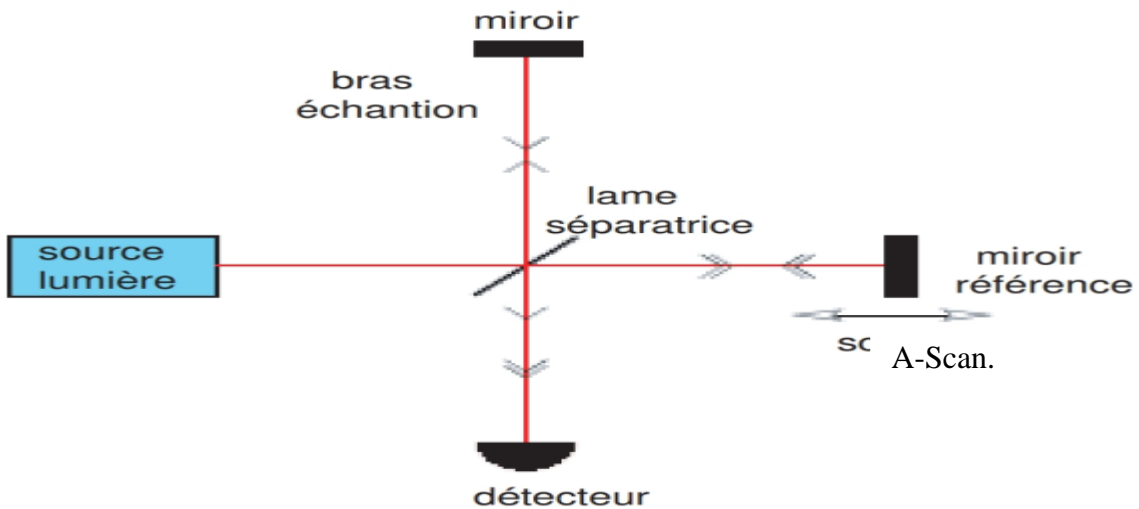


Figure II. 7 : Time domain en tomographie[18]

III.2. Spectral domain en tomographie: SD OCT

Une méthode différente est appelée « Spectral Domain ». Elle utilise non plus la cohérence entre deux ondes, mais le spectre d’interférence entre les deux faisceaux réfléchis d’ondes à large spectre. Cette interférence est étudiée par analyse mathématique en utilisant la transformée de Fourier[18].

L’énorme avantage de cette technologie « Spectral/Fourier Domain » est qu’il est possible d’analyser le rayon réfléchi non pas successivement à chaque profondeur, mais temporellement sans déplacement de miroir[18] (Figure II. 8 et II. 9).

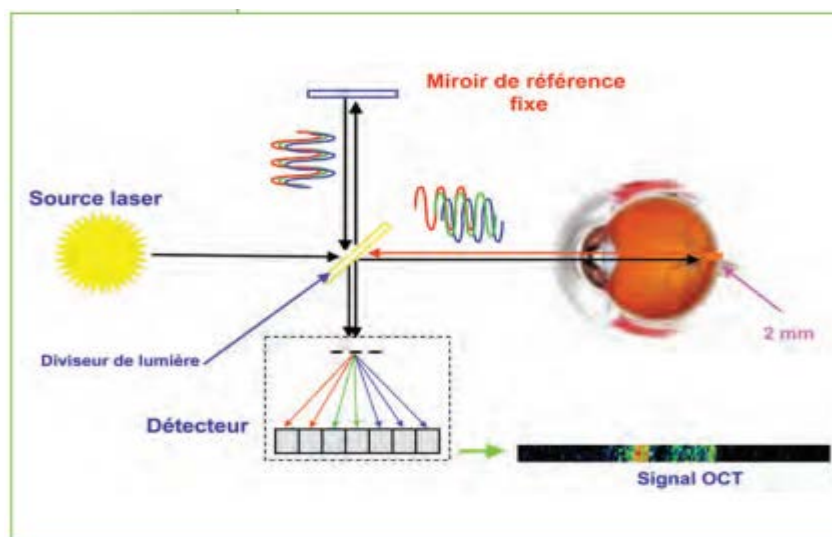


Figure II. 10 : Spectral domain en tomographie[18]

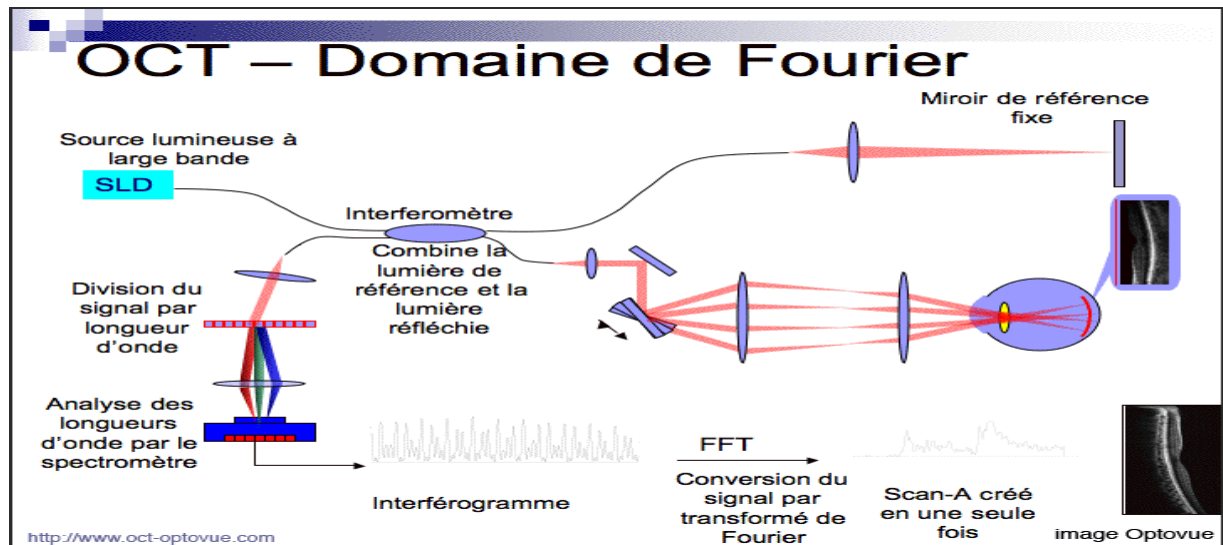


Figure II. 11 : Principe de l'OCT dans le domaine fréquentiel[18].

Contrairement à la TD-OCT, la FD-OCT ou SD OCT est une méthode d'acquisition du signal interférométrique dans le domaine spectral comme son nom l'indique (tomographie de Cohérence optique fréquentielle). Dans le domaine temporel, les franges d'ondes sont créés en faisant déplacer le miroir de référence alors que dans la SD-OCT, elles sont créés en faisant varier les fréquences (longueurs d'onde) de la source ce principe est illustré par la figure II.3.2. Ce concept, repose sur l'utilisation d'un appareil qui décompose le signal. Ce dernier crée une décomposition spectrale de l'intensité qui est enregistrée sous forme d'interférogramme[18].

Les pics d'intensité résultant par la transformée de Fourier permettent de localiser les interfaces de l'objet. Le profil axial n'est donc plus enregistré en fonction du temps mais en fonction de la fréquence. Le balayage du miroir de référence n'est plus nécessaire, ce qui diminue le temps d'acquisition par rapport à la TD-OCT. La SD-OCT permet de faire une mesure beaucoup plus rapidement que si elle est faite dans le domaine temporel[18].

III.3. Interférogramme

Est le tracé obtenu lorsqu'on représente l'intensité des franges, en fonction de la profondeur de l'échantillon[19] (Figure II. 12).

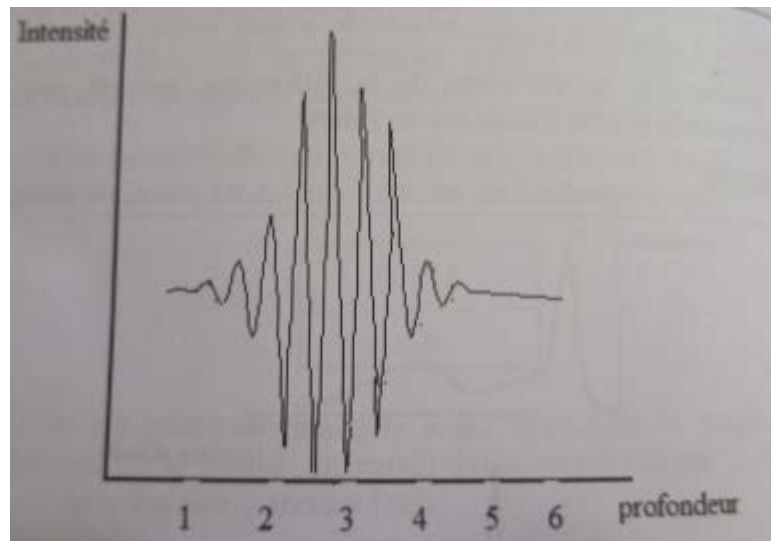


Figure II. 13 : Interférogramme l'intensité des franges en fonction de la profondeur de l'échantillon en micromètres[19]

III.4. Le signal OCT :

L'OCT fournit une cartographie de l'échantillon analysé. Les réflexions sont générées par les différences d'indice des différentes couches[19].

Le profil de réflectivité à une dimension peut être obtenu, ainsi que des images à deux dimensions par codage en niveaux de gris[19].

Un profil à une dimension est illustré sur la figure II. 14

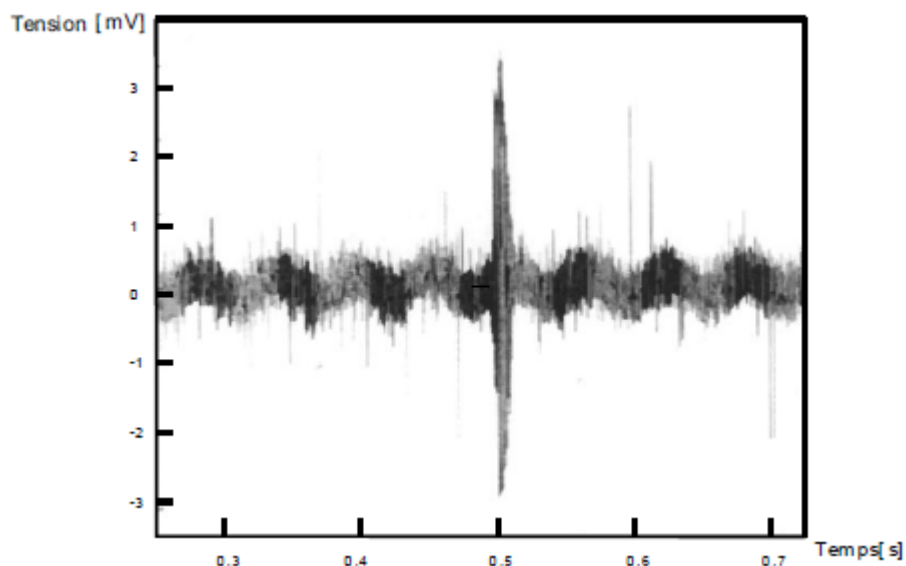
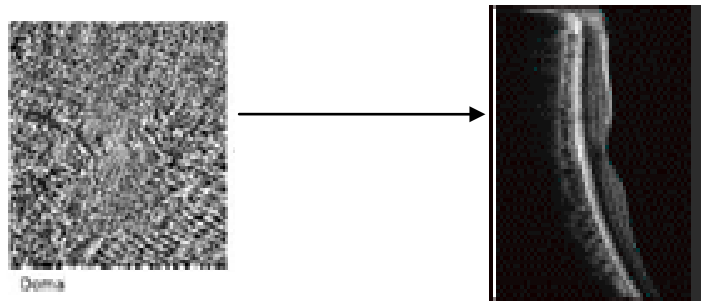


Figure II. 15 : Exemple de signal obtenu en fonction de temps à la sortie de l'interféromètre pour $\lambda= 1300nm$ [19]

III.5. Transformée de Fourier :

Grâce au Transformé de Fourier nous permet de transformer les fonctions temporelles en fonctions spectrales et d'obtenir l'image[19].

Chaque fréquence a un code de niveaux des gris[19]



III.6. La comparaison entre les deux modalités : Tableau 1[19]

Tableau 2 : Les différentes configurations d'OCT[19]

	Acronyme	Description technique
OCT conventionnelle (temporelle)	TD-OCT	L'image tomographie est acquise dans l'espace temporel par balayage de miroir de références et balayage transverse du faisceau.
OCT fréquentielle	FD-OCT	L'image tomographie est acquise dans l'espace fréquentiel par balayage de longueur d'onde ou acquisition par un spectromètre et balayage transverse du faisceau. analyseur

Il existe trois paramètres importants permettant de comparer les performances des

dispositifs d'imagerie par OCT :

- la résolution spatiale
- la profondeur de pénétration
- la vitesse d'acquisition des images

Dans le type de montage TD OCT, l'échantillon est balayé plan par plan grâce à la translation du miroir de référence dans l'espace temporel[19].

L'énorme avantage de cette technologie « Spectral/Fourier Domain » est qu'il est possible d'analyser le rayon réfléchi non pas successivement à chaque profondeur, mais temporellement sans déplacement de miroir[19].

L'OCT dans le domaine fréquentiel offre un compromis intéressant entre un temps d'acquisition acceptable et une résolution suffisante pour les applications médicales envisagées[19] (Figure II. 9).

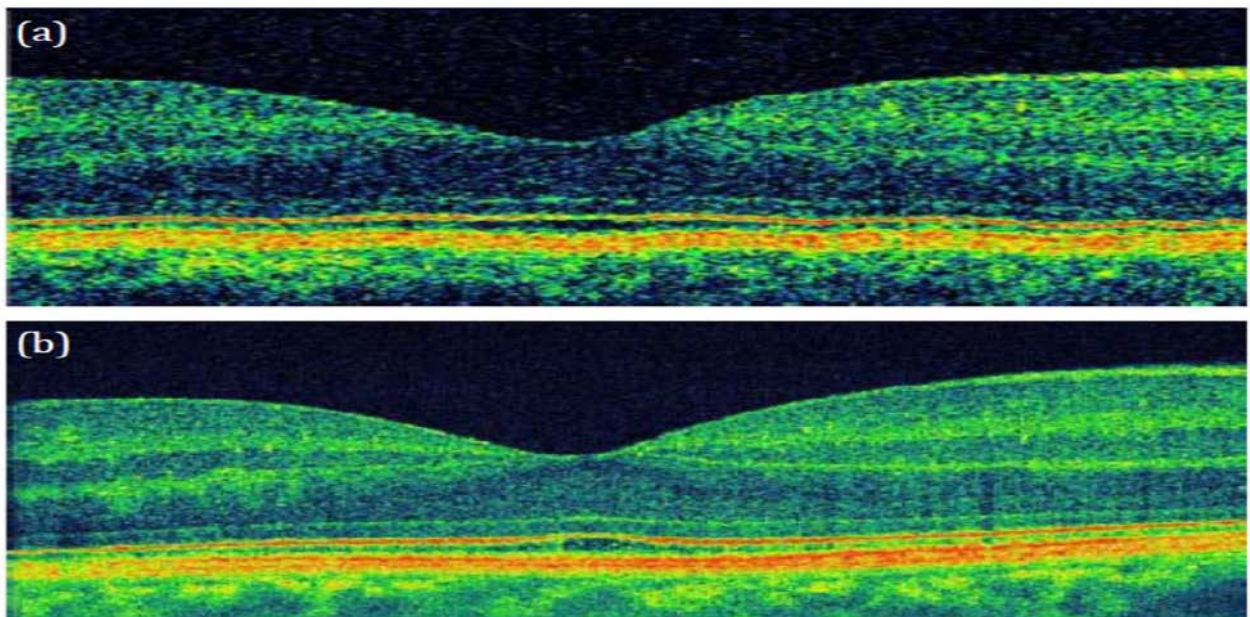


Figure II. 9 : comparaison entre deux images de la rétine obtenues par OCT temporelle(a) et fréquentielle(b)[19]

La figure est un exemple de comparaison à temps d'acquisition égale entre les dispositifs d'OCT temporelle et fréquentielle, pour lequel le gain en sensibilité de détection du dispositif de FD-OCT apparaît nettement[19].

III.7. Des définitions :

- **Largeur de bande ou largeur spectrale** : plage de longueurs d'onde du faisceau utilisé pour réaliser l'imagerie des tissus. La résolution axiale augmente lorsque la largeur de bande de la source lumineuse est élevée[20].
- **Vitesse d'acquisition** : nombre de profils de réflectivité des tissus réalisés par unité de temps (exprimée en nombre de A-scans par seconde). Une vitesse d'acquisition élevée permet de répéter les mesures d'une même structure et, en moyennant les acquisitions, d'augmenter la qualité[20].
- **Résolution spatiale** : dimension du plus petit détail observable en OCT. En OCT, on distingue **la résolution spatiale axiale**, qui dépend essentiellement des caractéristiques de la source lumineuse (inversement proportionnelle à la longueur d'onde et proportionnelle à la largeur de bande), et **la résolution transverse**, qui dépend essentiellement du système optique (inversement proportionnelle à l'ouverture numérique du système optique)[20].

Exemple à l'extrême gauche il y a deux points objets mais une seule image implique mauvaise résolution spatiale, à l'extrême droit, il y a deux points objets et deux images implique Une bonne résolution spatiale (FigureII.10).

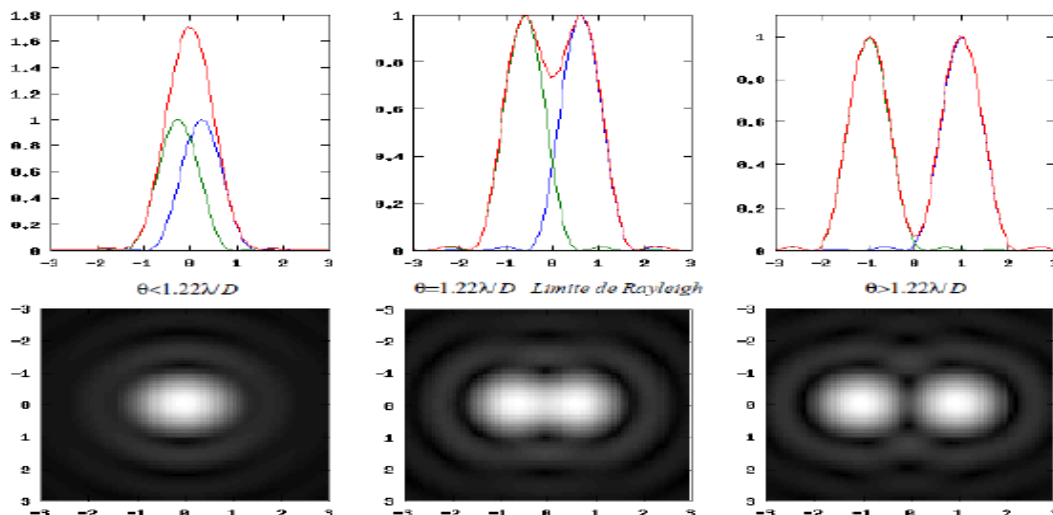


Figure II.10 : résolution spatiale (avec θ angle d'inclinaison la distance entre les axes des objectifs)[20]

- **Profondeur de pénétration** : trajet maximal parcouru par l'onde électromagnétique dans les tissus avant son atténuation complète. En OCT, la profondeur de pénétration limitée est essentiellement due à l'**absorption** de l'onde par les structures pigmentées (c'est-à-dire contenant de la mélanine, comme l'épithélium pigmenté irien ou les autres couches pigmentées de l'uvée) ou à la **diffusion** de l'onde par les structures diffusantes (c'est-à-dire entraînant un éparpillement des photons, mais sans les absorber, comme la sclère)[20].

III.8. L'appareil Optovue Rtvue OCT et ses caractéristiques :



Figure II.11 : L'appareil Optovue Rtvue OCT[21].

Tableau 2: Les caractéristiques de l'appareil[21]

Nom de l'appareil	Optovue RTVue XR
Type de l'appareil	OCT dans le domaine spectrale
Date de réalisation	12/2015
Version software	2015.1.0
Pays d'origine	USA
Vitesse de balayage OCT	70 000 A-scans par seconde
Résolution axiale optique	~ 5 microns (échantillonnage numérique des pixels = 3 μm)
Résolution transversale optique	~ 15 microns
Profondeur d'imagerie axiale OCT	2 à 3 mm (selon le protocole de d'imagerie)
Longueur d'onde	$\lambda = 840 \pm 10 \text{ nm}$
Total A-scans par volume	~ 209 000 lignes A (y compris Fly back)
Temps d'acquisition par volume d'imagerie	(209K / 70K) ~ 3 secondes
Taille d' imagerie AngioVue (rétine)	3x3, 6x6
Taille d'imagerie AngioVue (disque optique)	3x3, 4.5x4.5 mm

IV. Les performances de l'OCT :

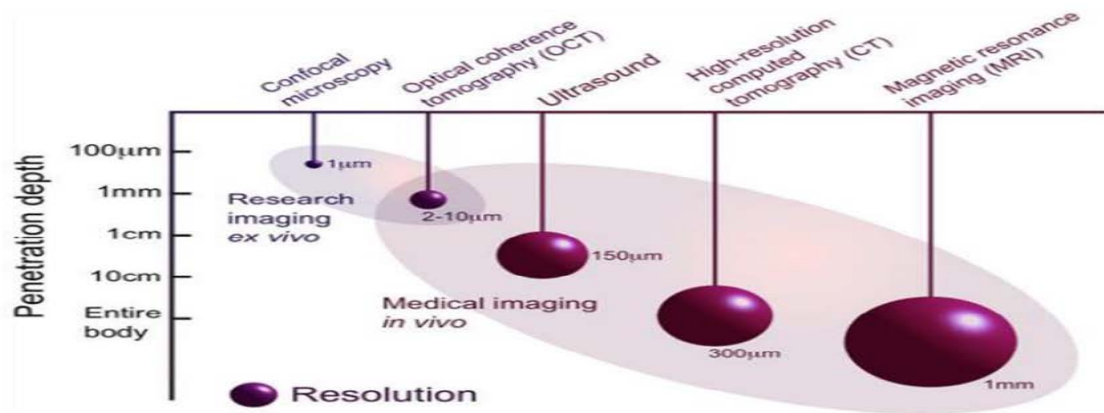


Figure II. 16 : Les performances d'OCT[22].

L'OCT se place idéalement en termes de profondeur de pénétration et de résolution spatiales, entre les techniques non optiques (échographie, rayons X et RMN) possédant de faibles résolutions spatiales (de l'ordre du millimètre), et la microscopie confocale, possédant une résolution élevée mais une profondeur de pénétration très limitée (de l'ordre de la centaine de micromètres). Pour cela, l'OCT a rapidement connu un franc succès dans le domaine de l'ophtalmologie ainsi que pour le diagnostic des pathologies de l'œil[22].

V. Réalisation d'un examen OCT :



*Le patient doit être installé confortablement, le menton bien posé sur la mentonnière et le front appuyé en avant. Il est important de bien régler la hauteur de la table d'examen et de la chaise du patient pour éviter les mouvements de la tête (un recul de 1 cm suffit pour faire disparaître l'image OCT de la fenêtre d'acquisition).

*Plusieurs protocoles de coupes peuvent être utilisés (coupes linéaires isolées, horizontales ou verticales, etc.).

*Le choix des coupes varie en fonction de la pathologie suspectée. Si quelques coupes linéaires peuvent suffire pour établir un diagnostic, la réalisation d'une cartographie de la région maculaire (par des coupes étagées ou radiales) est souvent utile pour pouvoir suivre l'évolution spontanée ou traiter une maculopathie, comme dans le cas des œdèmes maculaires (diabétique, occlusion veineuse, etc.) ou des membranes épimaculaires.

VI. Rappel anatomique de l'œil :

L'œil ou le globe oculaire est un organe sensoriel complexe, présente une structure creuse de forme globalement sphérique, qui capte les images par l'intermédiaire d'un organe récepteur (la rétine) et les transforme en signal électromagnétique (la lumière) vers le nerf optique. Ce signal est ensuite traduit par le cerveau, au niveau du cortex visuel, qui nous renvoie l'image traitée et permet ainsi l'interprétation de notre environnement[23](Figure II. 17).

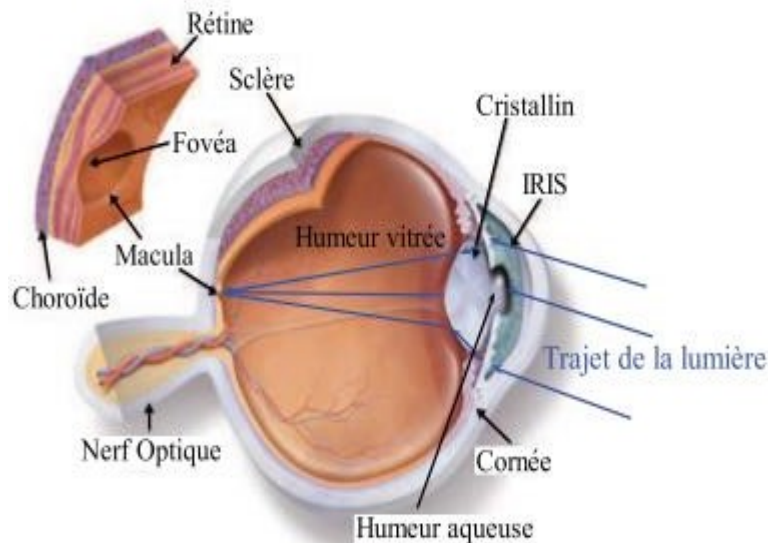


Figure II. 18 : Schéma en coupe de l'œil humain[23].

La figure II.13 présente un schéma en coupe de l'œil humain en montrant ses différents composants.

L'œil est constitué par :

- Trois tuniques qui sont concentriquement : la sclérotique, l'uvée, et la rétine.
- Trois milieux transparents qui sont traversés par les rayons lumineux avant d'atteindre le fond de l'œil : cornée, humeur aqueuse, cristallin et l'humeur vitrée.
- Deux segments topographiques[23].

VI.1. Les tuniques de l'œil :

VI.1.1. La sclérotique :

Est une tunique fibreuse protégeant l'œil, elle opaque en arrière et transparente en avant formant ainsi la cornée. La sclérotique forme ce que l'on appelle couramment "le blanc de l'œil"[23].

VI.1.2.2. L'uvée :

Elle est composée de trois éléments :

- **la choroïde** : est postérieure et richement vasculaire. C'est le tissu nourricier de l'œil[23].
- **Le corps ciliaire** : c'est la continuité antérieure de la choroïde[23].

- **L'iris** : C'est est la portion la plus antérieure de l'uvée. il est de structure pigmentée, donnant sa couleur à l'œil et percé d'un trou appelé la pupille qui joue le rôle d'un diaphragme qui permet d'augmenter ou de diminuer la quantité de la lumière qui pénètre dans l'œil[23].

VI.1.3. La rétine :

C'est une membrane nerveuse qui tapisse le fond de l'œil, elle capte les rayons lumineux et les transforme en influx nerveux. Elle est composée de trois types cellulaires :

A- les cellules photoréceptrices : Elles sont sensibles à la lumière; on distingue deux types de cellule photoréceptrices les cônes et les bâtonnets[23].

- **Les cônes** : sont groupés essentiellement au centre de la rétine au sein d'une zone ovale appelée la macula, elles sont responsables de la vision diurne, et nous renseignent sur les détails et la couleur des objets[23].
- **Les bâtonnets** : environ 10 fois plus nombreux que les cônes, sont surtout disposés sur la périphérie de la rétine. Sont très sensibles à la lumière. Ils sont responsables de la vision nocturne (noir et blanc)[23].

B- Les cellules bipolaires : Transmettent l'influx nerveux des cellules photoréceptrices aux cellules ganglionnaires les cellules ganglionnaires : situées dans la couche la plus interne de la rétine. Leurs axones convergent pour former le nerf optique[23].

VI.2. Les milieux transparents de l'œil :

- **Cristallin** : C'est une lentille souple et transparente située juste derrière l'iris.

Il se bombe pour l'accommodation des objets rapprochés et s'aplatit pour celle des objets éloignés[23].

- **l'humeur aqueuse** : C'est un liquide clair à base d'eau situé entre le cristallin et la cornée, il apporte l'oxygène et les nutriments à la corné dont elle a besoin. Ce liquide est continuellement renouvelé, maintient la pression oculaire[23].
- **l'humeur vitré** : c'est une substance gélatineuse qui remplit la chambre antérieure de l'œil[23].

VI.3. Les segments topographiques:

Le globe oculaire est formé de deux (02) segments topographiques :

- L'un antérieur en avant du cristallin, superficiel, facile à examiner contenant : lacornée et l'iris[23].
- L'autre postérieur, en arrière du cristallin, plus difficile à examiner contenant : sclérotique, choroïde, vitré et rétine[23].

VI.4. Définition des couches rétiniennes :

On cite les couches rétiniennes qui sont mentionnées dans la figure II. 19 ci-dessous[23].

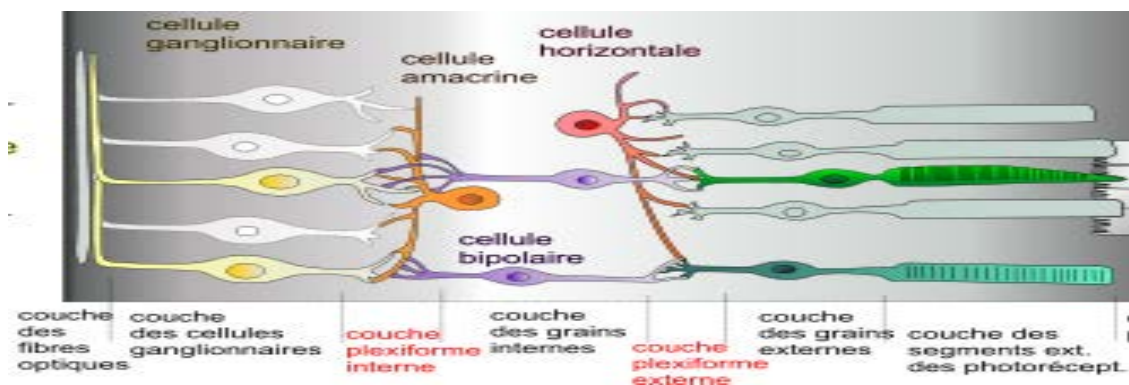


Figure II. 20 : schéma des couches de la rétine[23]

VII. La corrélation tomographie structure :

L'étude de ces structures rétinienne est devenue possible grâce à une technique d'imagerie dite : tomographie par cohérence optique (OCT) que nous allons présenter par la suite[24] (Figure II. 21)et(Tableau 3).

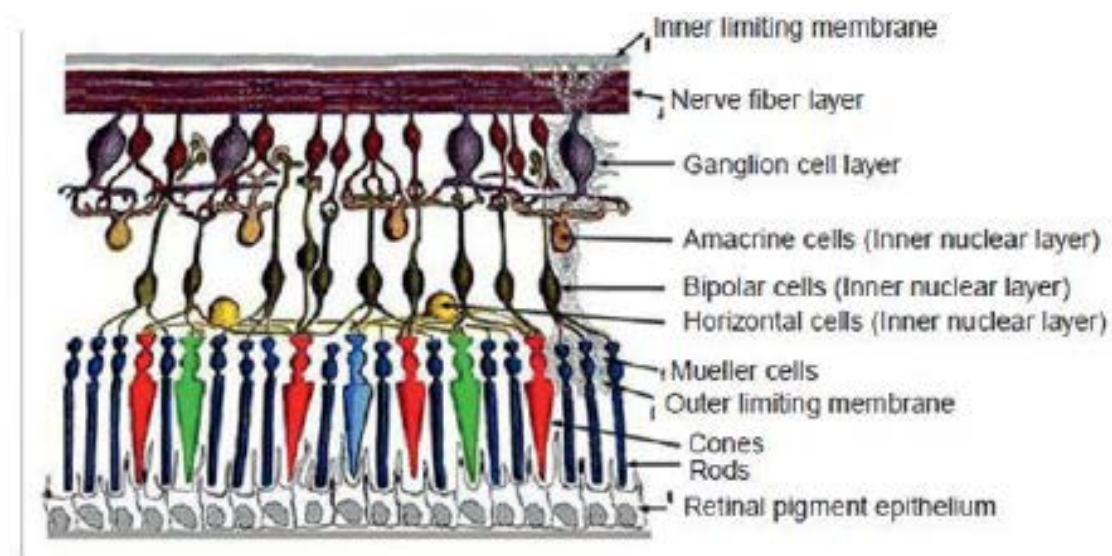
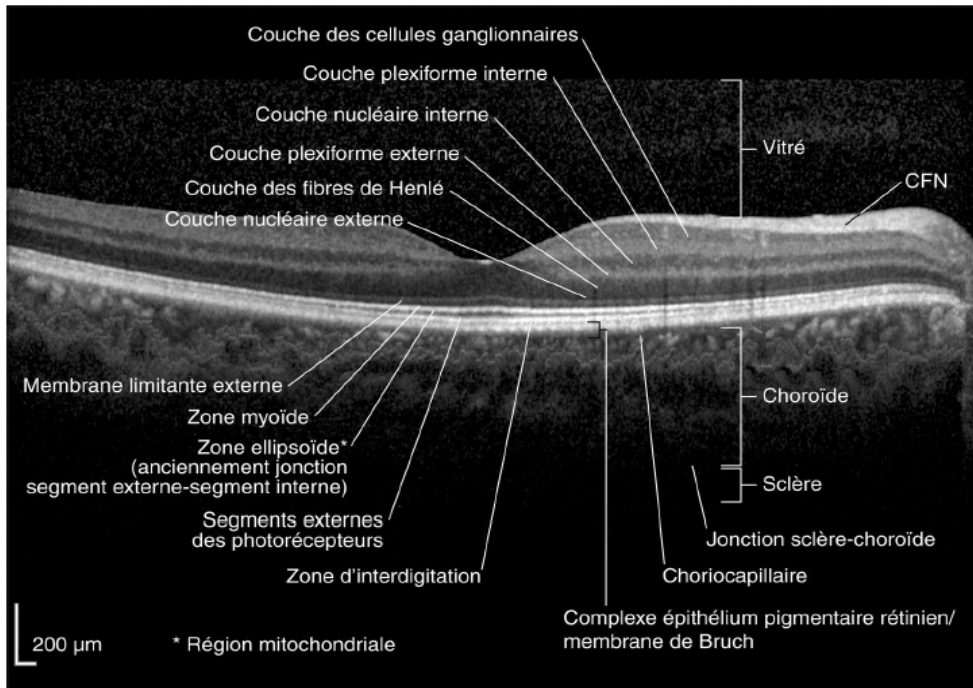


Figure II. 22 : corrélation tomographie structure de la rétine[24]

Tableau 4 : Définition des couches réiniennes[24].

Désignation	Définition en anglais	Définition en français
ILM	Inner Limiting Membrane	Membrane Limitant Interne
RNFL	Retina Nerve Fiber Layer	Couche des Fibres Optiques
GCL+IPL	Ganglion Cell Layer + Inner Plexiform Layer	Couche des Cellules Ganglionnaires + Couche Plexiforme Interne
INL	Inner Nuclear Layer	Couche Nucléaire Interne
OPL	Outer Plexiform Layer	Couche Plexiforme Externe
ONL	Outer Nuclear Layer	Couche Nucléaire Externe
IS	Inner Segments of the photoreceptors	Segments Internes des photorécepteurs
OS	Outer Segments of the photoreceptors	Segments Externes des photorécepteurs
RPE	Retinal Pigment Epithelium	Epithélium Pigmentaire
HRC	Hyper-Reflective Complex	Couche Hyper-Réfléctive

La première couche hyperréfléctive visible dans la plupart des cas (mais pas de façon systématique) est la limitante interne. Les couches des fibres nerveuses, plexiforme interne et externe sont également hyperréfléctives, alors que les couches nucléaires interne et externe sont hyporéfléctives. La couche des cellules ganglionnaires a une réflectivité moyenne. On retiendra que dans les conditions normales, la couche des fibres de Henlé (au niveau de la plexiforme externe) n'est pas visible[24](Figure II. 23).

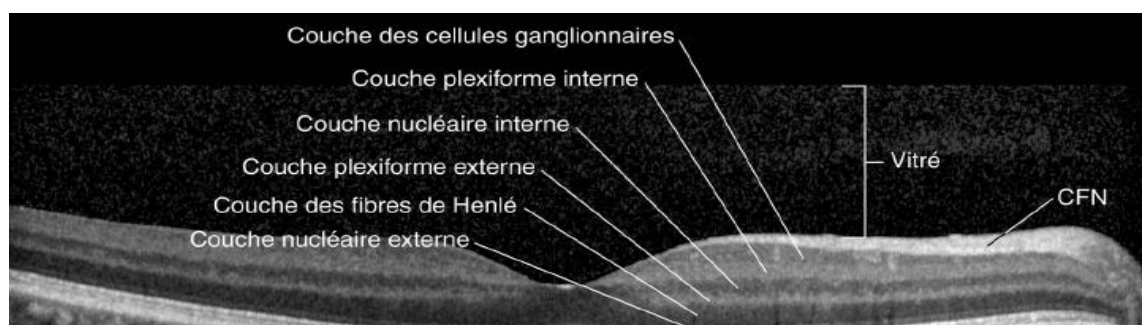


Figure II. 24 : les couches hyperréfléctives et hyporéfléctives de la rétine[24]

Concernant la rétine externe, il est admis que la ligne la plus hyperréfléctive correspond à la ligne de jonction des segments internes et externes des photorécepteurs (appelée aussi communément « ligne des photorécepteurs »). La ligne faiblement réfléchive située juste au-dessus est la limitante externe. La ligne hyperréfléctive la plus externe et la plus épaisse correspond au complexe épithélium pigmentaire - membrane de Bruch - choriocapillaire[24](Figure II. 25).

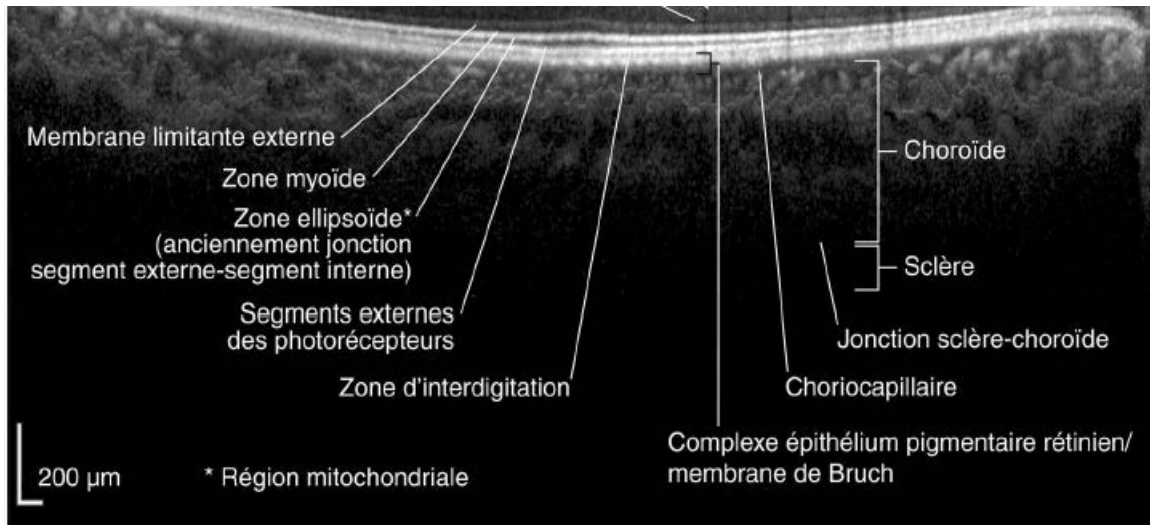


Figure II. 26 : la rétine externe les couches hyperréfléctives et hyporéfléctives[24]

- La représentation OCT de la rétine Figure II. 27[24]

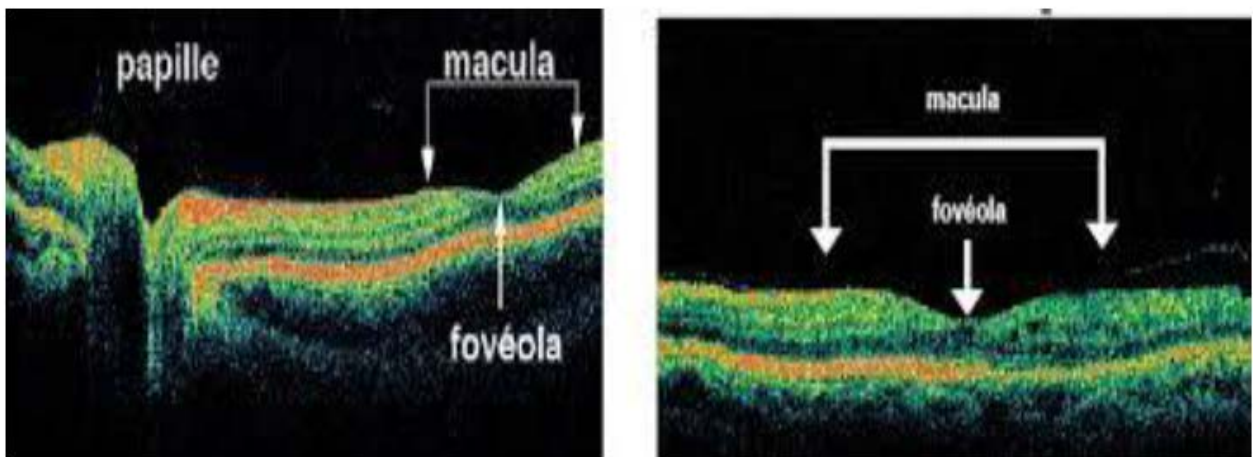


Figure II. 28 : La représentation OCT de la rétine[24]

VIII. Application de la méthode tomographique en ophtalmologie:

Sa principale application est l'étude des affections maculaires:

- Confirmation du diagnostic d'une membrane prémaculaire ou d'un trou maculaire.
- Quantification d'un œdème rétinien maculaire, et évolution sous traitement par la mesure de l'épaisseur maculaire[24].
- Visualisation et localisation des néovaisseaux choroïdiens dans la DMLA[24].

Elle est également utilisée dans le dépistage et le suivi du glaucome chronique car elle permet de mettre en évidence la perte de fibres optiques, premier signe du glaucome[24].

IX. Les limites de tomographie:

- La réalisation de l'examen OCT nécessite la présence de milieux intra-oculaires relativement clairs. Il est possible d'obtenir des coupes de la rétine en cas de cataracte nucléaire modérée. Cependant, l'existence d'une opacité cristallinienne sous-capsulaire dense peut empêcher la réalisation de l'examen. Il en est de même en cas d'hémorragie intravitréenne importante, de gaz intravitréen ou d'opacité cornéenne. En revanche, la présence de silicone dans la cavité vitrénne n'empêche pas la réalisation de l'examen[24].
- En outre, les renseignements apportés par l'OCT concernant la choroïde sont limités : en effet, l'essentiel du faisceau lumineux incident est réfléchi par le complexe hyper-réfléctif épithélium pigmentaire-choriocapillaire[24].
- Enfin, la mesure de l'épaisseur rétinienne peut être artéfactée par certaines structures intrarétiniennes : ainsi, les exsudats lipidiques intrarétiniens ou les hémorragies rétinienne apparaissent comme des structures hyper-réfléctives, masquant la réflectivité du complexe épithélium pigmentaire-choriocapillaire sous-jacent. Il en résulte un défaut dans la ligne de profil postérieur de la rétine[24].

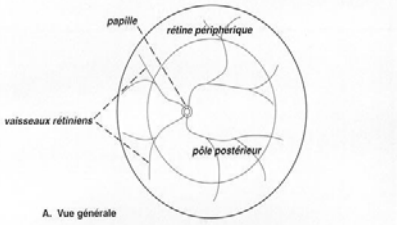
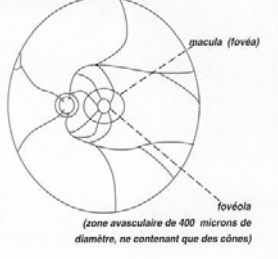

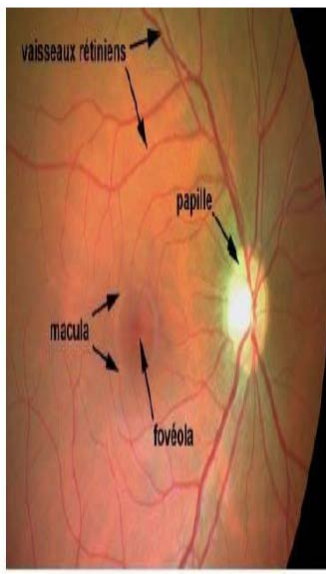
Le logiciel de mesure de l'épaisseur rétinienne corrige automatiquement cette anomalie par interpolation linéaire. Cependant, si les exsudats sont de très grande taille, la correction par interpolation linéaire fonctionne partiellement et la mesure de l'épaisseur rétinienne peut

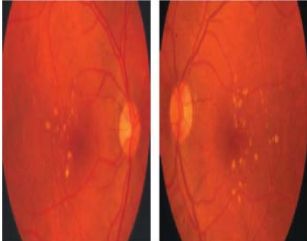
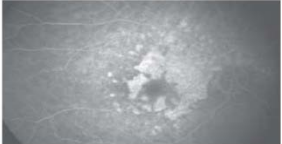
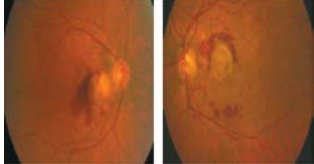
être alors erronée[24].

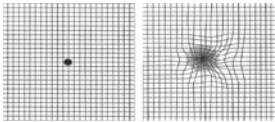
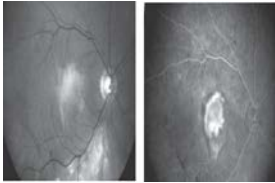
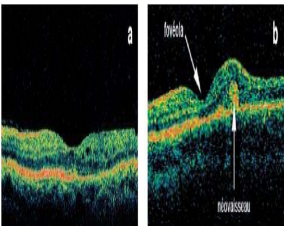
X. Les pathologies de la rétine :



On va présenter quelque pathologie de la rétine étudiée dans notre projet[25](Tableau 4) :

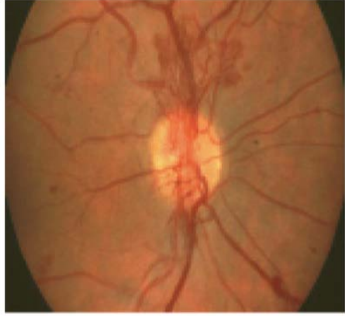
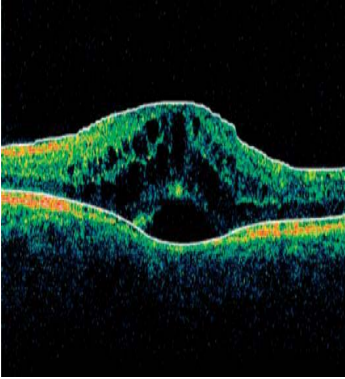
Tableau 4 : les pathologies de la rétine[25]

<p>La vascularisation de la rétine:</p>	<p>La rétine reçoit son apport sanguin par un double système.</p> <ul style="list-style-type: none"> •-<u>La choriocapillaire vasculaire</u> : Pour les couches externes et notamment les photorécepteurs. Ce réseau capillaire joue un rôle fondamental dans la vascularisation fovéolaire. •- <u>Un système d'artères Intrarétiniens</u> : branches de l'artère centrale de la rétine, prend en charge l'apport artériel aux couches internes de la rétine. A ce réseau, peuvent s'ajouter des artères surnuméraires comme les artères cilio-rétiniennes.  	 
---	---	--

La pathologie	La clinique	L'examen complémentaire
<p>La dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C'est une dégénérescence rétinienne chronique évolutive et invalidante. • Survient après l'âge de 50ans • Elle touche de manière sélective la macula entraînant une dégénérescence des cellules visuelles. <p>*stades On décrit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • maculopathie liée à l'âge: forme précoce précurseur : Drusens et migration pigmentaire • La DMLA: 2 types: <ul style="list-style-type: none"> - <u>forme atrophique</u>: altération d'EP, amincissement de la rétine, l'évolution est lente sur plusieurs années - <u>forme exsudative</u>: développement de néovx choroidiens sous la macula (néovx visible et néovx occulte) l'évolution est plus rapide. 	<p>Examen complémentaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acuité Visuel : monoculaire binoculaire, avec et sans correction, de loin et de près. - recherche de scotome et de métamorphopsies par la grille d'AMSLER - l'examen de FO : recherche: <ul style="list-style-type: none"> * des drusens (MLA) * des atrophies de l'EP * des hémorragies et exsudats secs, oedème maculaire ou DSR maculaire témoignant d'une forme exsudative <p style="text-align: center;">Drusens</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;">Forme atrophique</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;">Forme excudative</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">  </div>


	<p>La prévalence et FDR</p> <ul style="list-style-type: none"> • C'est la première cause de cécité dans les pays industrialisés après 50 ans, la prévalence augmente avec l'âge. • FDR: - hérédité: des ATCD familiaux multiplie le risque par 3, plusieurs gènes ont été identifiés mais aussi des gènes protecteurs - le tabagisme: le risque x 3. <p>Diagnostic :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 circonstances de découverte: <ul style="list-style-type: none"> - BAV progressive de loin et de près - BAV brutale avec métamorphopsie: sensation de déformations des objets (apparition des néovx choroidiens) - scotome central: stade très évolué des formes atrophiques et exsudatives 	<ul style="list-style-type: none"> • 1- <u>angiographie à la fluorescéine</u>: mettre et de localiser les néovx choroidiens visibles • 2- <u>angiographie au vert d'indocyanine</u>: visualise les néovx occultes • 3- <u>la tomographie par cohérence optique OCT</u>: fait une coupe presque histologique de la rétine, visualise les néovx, les signes associés: oedème maculaire, DSR maculaires, logettes, apprécier l'évolution après trt. <p style="text-align: center;">Amsler</p>  <p style="text-align: center;">Néovx choroidien angiographie</p>  <p style="text-align: center;">OCT</p> 
--	--	--

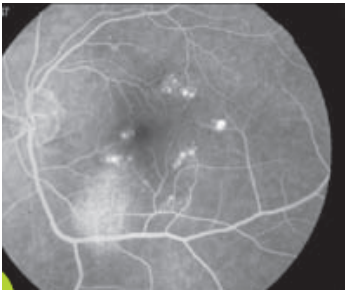
<p>Rétinopathie diabétique</p>	<p>C'est la manifestation de la micro-angiopathie diabétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 processus pathologiques concomitants: <ul style="list-style-type: none"> - hyperperméabilité de la paroi de capillaires Rétiniens responsable d'œdème rétinien. - occlusion des capillaires rétiniens responsable d'ischémie rétinienne. clinique • Les micro anévrismes: les premiers signes ophtalmoscopiques de la RD, lésions punctiformes rouge de petite taille • Les hémorragies rétiniennes : punctiformes • Les nodules cotonneux : lésions blanchâtres superficielles de petite taille d'axe perpendiculaire à l'axe des fibres optiques c'est la traduction d'une occlusion des artérioles pré capillaires rétiniennes 	<p>Examen complémentaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Angiographie rétinienne à la fluoréscéine</u>: en complément de la clinique, apprécié la gravité de la RD, l'étendue de l'ischémie rétinienne, recherche une ischémie maculaire • <u>OCT</u>: recherche une maculopathie œdémateuse (œdème maculaire focal, diffus cystoïde) ou oedème maculaire tractionnel <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>
--------------------------------	--	---

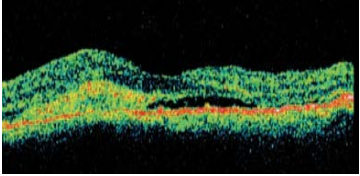
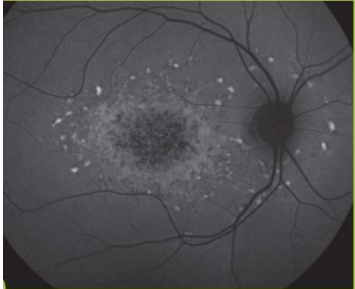
	<p>D'autres signes traduisant une ischémie rétinienne: des hémorragies rétiniennes en taches, des anomalies veineuses à type de dilatation veineuse irrégulière en chapelet ou des boucles veineuses, des anomalies micro vasculaires intrarétiniennes (AMIR)</p> <ul style="list-style-type: none"> • des néovx pré rétiniens et pré papillaires témoignant d'une RD proliférante • Les complications de la RDP: hémorragies pré rétiniennes et intravitréennes, décollement de rétine tractionnel, GNV. <p><u>Classification de la RD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stade I: pas de RD • Stade II: RD non proliférante <ul style="list-style-type: none"> - minime - modérée - sévère ou préproliférante 	 
--	---	---

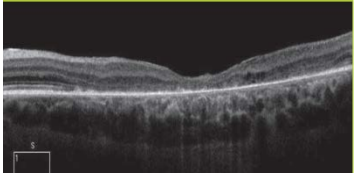
	<ul style="list-style-type: none"> • stade III: RD proliférante - minime -modérée -sévère -compliquée 	
<p>Myopie forte</p>	<p>La myopie est souvent considérée comme un trouble bénin, car elle peut être corrigée avec des lunettes. Mais à partir d'une certaine valeur, elle est dite myopie forte et a aussi pour synonyme :</p> <p>myopie dégénérative, pathologique, ou encore évolutive.</p> <p>Les myopies apparaissant après 9-10 ans ont une évolution plus lente avant de se stabiliser vers 20 ans, et ne risquent pas d'évoluer en myopie forte.</p> <p>La progression de la myopie forte est affectée par plusieurs facteurs comme : l'âge d'apparition, le degré de myopie, les</p>	<p>La tomographie par cohérence optique, aussi appelée OCT, permet d'obtenir des coupes des différentes couches de la rétine.</p> <p>L'OCT papillaire n'est pas interprétable dans le cas de myopie forte du fait de la forme anatomique de la papille chez ces patients.</p> <p>L'OCT maculaire va permettre aux médecins de confirmer un diagnostic ou de différencier certaines pathologies maculaires qui se ressemblent : par exemple, différencier un décollement de rétine d'un fovéoschisis, ou un vitréoschisis d'un décollement postérieur du vitré (DPV).</p> <p>L'OCT permet de définir les</p>

	<p>lésions du pôle postérieur, les efforts physiques, l'hygiène de vie, le vieillissement.</p> <p>C'est un temps fort de l'examen qui permet de cibler les signes fonctionnels afin d'orienter la suite de la consultation.</p> <p>Les patients peuvent présenter les signes fonctionnels suivant</p> <ul style="list-style-type: none"> - Myodésopsies : Il s'agit de corps flottants décrits fréquemment par le patient comme des mouches volantes, retrouvés dans le cas de déchirures, décollements de rétine, décollements postérieur du vitré. - Scotome : il s'agit d'une amputation du champ visuel décrit comme un voile noir par le patient, retrouvé dans le cas de décollements de rétine, rétinosischisis, trous maculaires, ruptures de la membrane de Bruch (microscotome). 	<p>pathologies retrouvées : par exemple, il permet de caractériser le stade et le diamètre d'un trou maculaire ou de définir l'épaississement rétinien associé à une membrane épi-rétinienne (MER).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angiographie à la fluorescéine : On injecte un colorant qui permet l'observation des néovaisseaux sous rétiens par fluorescence, provenant de la choroïde. L'observation est parfois rendue difficile par le peu de contraste des néovaisseaux avec la choroïde du myope, peu fluorescente car fine, et aussi par la difficulté de mise au point en présence d'un staphylome. <p>Elle est utilisée dans le cadre de Rupture de la membrane de Bruch afin d'observer les lésions difficilement identifiables au iomicroscope. Les zones de ruptures apparaissent hyper fluorescentes, dès les temps précoces, en s'intensifiant avec le temps. Il n'y a pas de</p>
--	--	--

	<p>- Phosphènes : Ce sont des éclairs lumineux survenant dans le cas de déchirures, décollements de rétine, décollements postérieurs du vitré, ruptures de la membrane de Bruch, cataractes.</p> <p>- Métamorphopsies : Ce sont des lignes droites perçues ondulées par le patient si la macula est touchée, survenant dans le cas de décollements de rétine, trous maculaires, néovaisseaux maculaires, ruptures de la membrane de Bruch, membranes épirétiniennes.</p> <p>-Baisse d'acuité visuelle (BAV) : Une baisse est perçue par le patient s'il y a une atteinte au niveau de la fovéa, notamment dans le cas de décollements de rétine, décollements postérieur du vitré, fovéoschisis, trous maculaires, néovaisseaux maculaires, ruptures de la membrane de Bruch, membranes épirétiniennes,</p>	<p>diffusion si la rupture n'a pas évolué en zone de néovascularisation</p> <p>un staphylome myopique</p> 
--	--	---

	<p>cataractes.</p> <p>- Diplopie : Il s’agit d’une vision double (monoculaire ou binoculaire en fonction de la pathologie) pouvant être perçue dans le cas de membranes épiréiniennes, syndromes de l’oeil lourd, myopathies myopiques et strabismus fixus, cataractes.</p>	
<p>Choriorétinite séreuse centrale</p> <p>Chronique CRSC</p>	<p>La choriorétinite séreuse centrale (CRSC) est définie comme un décollement séreux rétinien maculaire lié à un ou plusieurs points de fuite situés au niveau de l’épithélium pigmentaire rétinien. Elle survient habituellement chez le sujet jeune, et il existe une prédominance masculine. La CRSC est responsable d’un syndrome maculaire, unilatéral le plus souvent, avec une baisse d’acuité visuelle et des métamorphopsies.</p>	<p><u>Angiographie :</u></p> <p>Recherche CRSC au niveau de l’oeil à type de points de fuites multiples, diffusion du colorant en “tache d’encre”. Présence d’altérations de l’épithélium pigmentaire en sous- maculaire avec aspect de coulée gravitationnelle en “queue de comète”.</p>  <p><u>OCT :</u> dédoublement de la ligne P/photorécepteurs, épaissement global</p>

		<p>rétinien. Décollement séreux rétinien juxtamaculaire, en temporal de la macula.</p> 
<p>Maladie héréditaire Dystrophie maculaire de Stargardt</p>	<p>La maladie de Stargardt est une maculopathie bilatérale symétrique avec dépôts pisciformes jaunes autofluorescents. Cette maladie héréditaire est à transmission autosomique récessive. Elle est liée au gène ABCA4, qui code pour une protéine permettant le transfert du tout-trans-rétinal de la lumière des disques des photorécepteurs dans leur cytoplasme. L'absence de cette protéine conduit à l'accumulation de produits de dégradation du photo pigment, toxique pour l'épithélium pigmentaire.</p> <p>Cette maladie affecte surtout les enfants et les adolescents, en provoquant une baisse d'acuité visuelle progressive, accompagnée</p>	<p>Le diagnostic peut se faire uniquement sur <u>les clichés autofluorescents</u>, qui retrouvent une macula hétérogène (hypo-/hyperautofluorescente) accompagnée de taches flavimaculées, spiculées, hyperautofluorescentes.</p> <p><u>Clichés en autofluorescence</u> présentant un aspect granulaire de la macula (aspect hypo-/hyperautofluorescent) ainsi que des taches flavimaculées à disposition maculaire avec épargne péripapillaire.</p> 

	<p>d'un scotome central et de dyschromatopsies.</p>	<p><u>Cliché B-scan horizontal en OCTspectral domain</u> montrant une atrophie maculaire majeure avec disparition de la ligne ellipsoïde rétro- et périfovéolaire</p> 
--	---	---

XI. Conclusion :

La tomographie à cohérence optique est une technique d'imagerie non invasive, fondée sur le principe de l'interférométrie. En ophtalmologie, elle est utilisée pour visualiser les structures rétiniennes. D'importants progrès technologiques ont été réalisés récemment, au niveau de la résolution, de la vitesse d'acquisition des images. Ces progrès incitent à aller maintenant plus loin pour visualiser les plans vasculaires de la rétine.

**Chapitre III : Technique et Généralités sur
l'OCT-Angiographie**

I. Introduction et évolution de l'OCT:

La capacité de l'OCT (Optical Coherence Tomography pour tomographie à cohérence optique) à fournir une visualisation de haute résolution, de haute sensibilité et en profondeur des microstructures de la rétine et de l'œil, de manière non invasive et sans contact, a été un facteur clé de son succès depuis son émergence dans les années 1990[26].

Sans aucun doute, l'OCT s'est avérée être une rupture technologique en ophtalmologie car elle peut fournir des informations cliniquement utiles sans précédent pour aider le diagnostic et le traitement des maladies oculaires[26].

Au cours de ces quinze dernières années, la technologie OCT a beaucoup progressé avec une amélioration continue dans le matériel, la facilité d'utilisation, les fonctionnalités, les capacités d'analyse des données, apportant une aide au diagnostic et au suivi des patients[26].

La technologie « Spectral Domain » (SD-OCT) a été rapidement adoptée dans les applications d'imagerie ophtalmologique, tant pour des utilisations à des fins cliniques que de recherche[26].

Contrairement aux techniques d'imagerie cliniques telles que l'angiographie FA (de fluorescence) et ICGA (vert d'indocyanine), l'utilisation en clinique de l'OCT, proposant une approche non-invasive qui permet une évaluation rapide et à haute résolution des microstructures de la rétine, n'a cessé d'augmenter[26].

L'OCT-Angiographie est une nouvelle méthode diagnostique non invasive grâce à laquelle les structures vasculaires de la rétine et de la choroïde peuvent être visualisées en trois dimensions sans nécessiter l'injection d'un produit de contraste[26].

Au moyen de logiciels d'acquisition et de matériels plus avancés, l'OCT-Angiographie permet d'imager le flux vasculaire rétinien[26].

II. Généralités sur l'OCT-Angiographie :

La possibilité de visualiser simultanément les circulations rétiniennes et choroïdiennes sans l'injection d'aucun produit de contraste ressemblait hier à un véritable rêve pour les rétiniologues[5].

L'OCT-Angiographie s'impose aujourd'hui comme une évidence. Cette méthode totalement inoffensive peut être répétée autant que nécessaire chez tous les patients. De nombreuses pathologies menaçant la vision centrale s'accompagnent d'un développement de vaisseaux anormaux ou d'un œdème intra rétinien ou d'une insuffisance circulatoire[5].

L'acquisition rapide d'images fiables permettant de porter un diagnostic certain présente désormais des avantages considérables sur l'imagerie traditionnelle[5].

III. Technique de l'OCT-Angiographie :

L'OCT-Angiographie repose généralement sur le principe de détection des mouvements des particules diffractantes telles que les globules rouges dans les OCT B-scans séquentiels effectués à plusieurs reprises au même endroit de la rétine, et par conséquent la présence de vaisseaux sanguins. L'OCT-Angiographie requiert des vitesses d'imagerie plus élevées que la plupart des appareils actuellement disponibles ne peuvent fournir, pour un volume suffisamment dense[5].

La méthode s'appuie sur les différences entre les B-scans pour générer un contraste associé au mouvement, en particulier au mouvement des érythrocytes dans le système vasculaire[5](Figure III. 1).

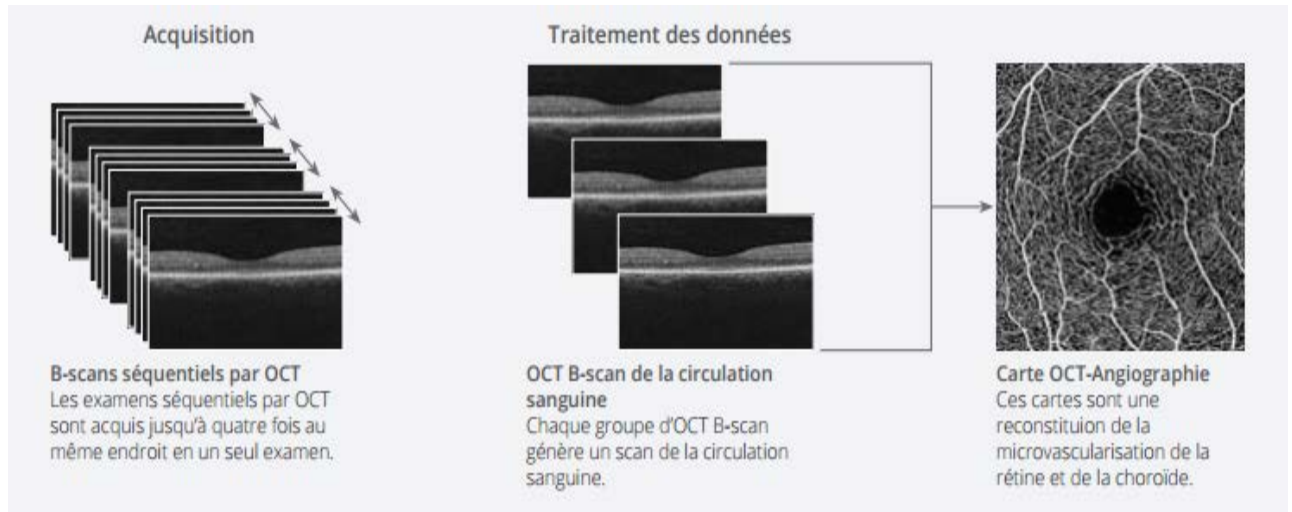


Figure III. 2 : Technique de l'OCT-Angiographie[5]

Pour générer l'image de la microvascularisation rétinienne, chaque B-scan du motif d'examen est répété plusieurs fois consécutivement. Les comparaisons de contraste sur les B-scans consécutifs au même endroit révèlent certaines zones avec un changement de contraste au fil du temps et certaines zones avec un contraste constant. Le changement de contraste temporel dans un emplacement spécifique est attribué au mouvement des érythrocytes. Il indique donc l'emplacement de vaisseaux[5] (Figure III. 3) (Figure III. 4) (Figure III. 5)

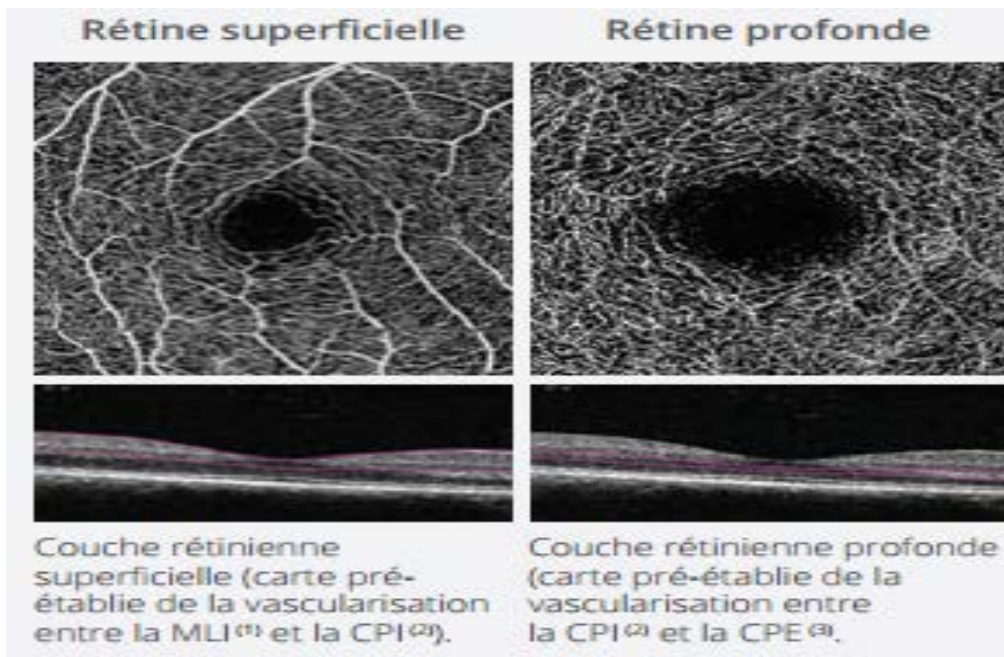


Figure III. 6 : Les couches vasculaires de la rétine[5]



Zone avasculaire de la rétine (carte pré-établie de la vascularisation entre la CPE⁽³⁾ et l'EPR⁽⁴⁾).

Les cartes Angiographiques OCT sont une représentation 2D de la vascularisation rétinienne sur une certaine région d'intérêt.

L'interface d'analyse offre des cartes 2D de la représentation de la microvascularisation, selon différents profils de segmentation anatomiquement intéressants[5].

Figure III. 7 : La couche avasculaire de la rétine[5]

- 1) MLI : Membrane Limitante Interne
- 2) CPI : Couche Plexiforme Interne
- 3) CPE : Couche Plexiforme Externe
- 4) EPR : Epithélium Pigmentaire Rétinien

Figure III. 8 : Les différentes abréviations des couches rétinienne[5]

IV. Les plans vasculaires de la rétine :

OCTA montre les capillaires rétiniens Il y a plusieurs schématisation de réseau capillaire disposition histologique[27](Figure III.5)

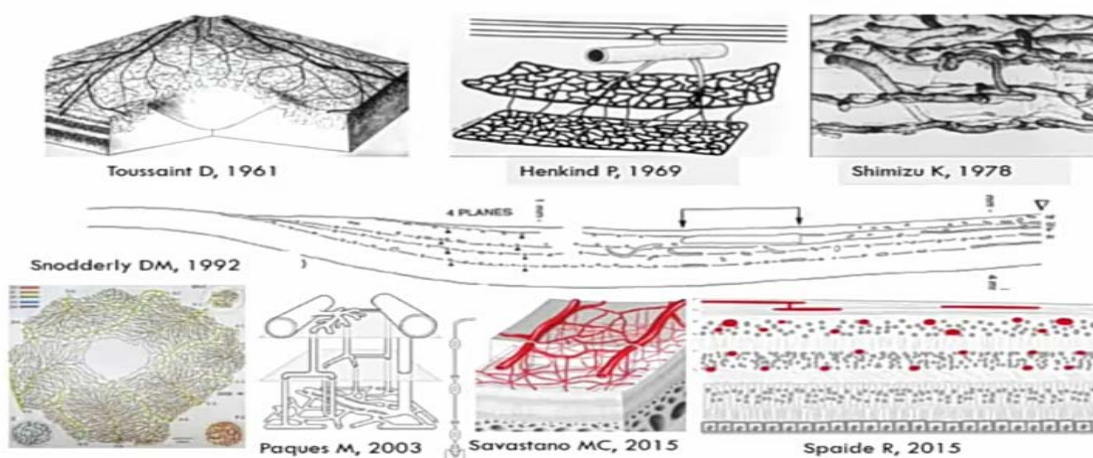


Figure III. 9 : La découverte des plans vasculaire sur la disposition histologique de la rétine[27]

On peut observer le réseau capillaire superficiel qui situe dans la couche des cellules ganglionnaire le complexe vasculaire profond qui situe entre plexiforme interne nucléaire interne plexiforme externe espace sans capillaire celui de nucléaire externe on va trouver la choriocapillaire en derrière de l'épithélium pigmentaire[27](Figure III. 10)

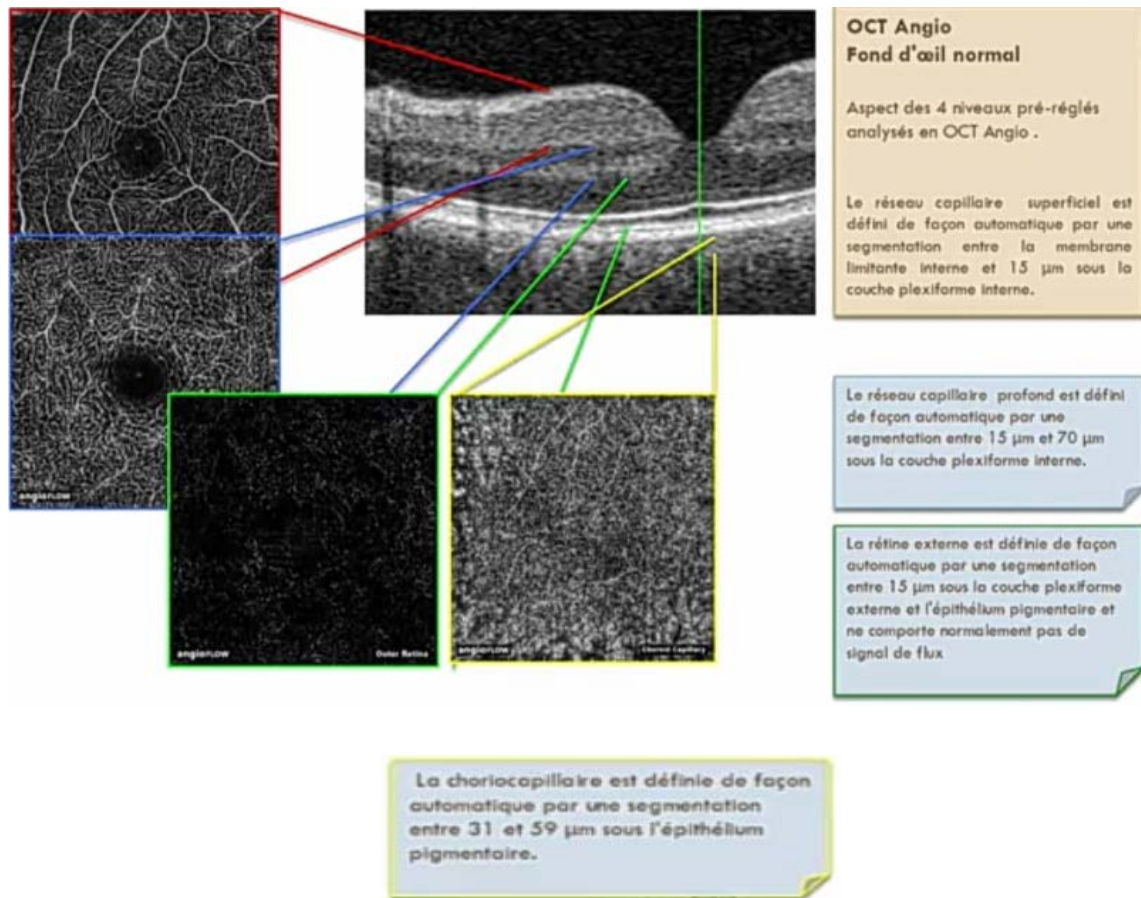


Figure III. 11 : Des plans vasculaires de la rétine[27]

Le réseau vasculaire superficiel se présente qui partent des artérioles et rejoignent les veinules, il s'agit d'un coupe tridimensionnel dans la couche de cellules ganglionnaire par laquelle épaisse les points rouges dans toute la couche ganglionnaire[27](Figure III. 12)

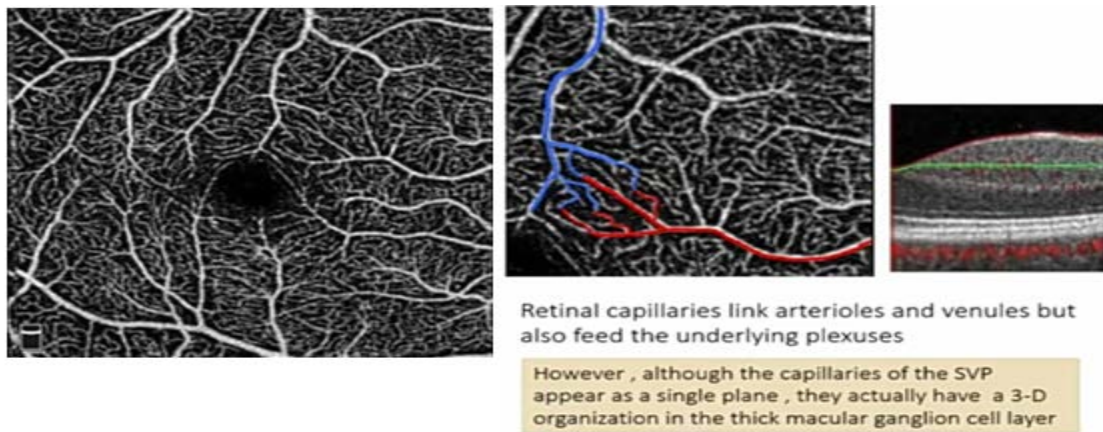


Figure III. 13 : Des plans vasculaires de la rétine[27]

Le réseau profond ou on segmente la rétine la plexiforme interne et externe qui entoure la nucléaire interne qui contient pas de capillaire[27](Figure III. 14).

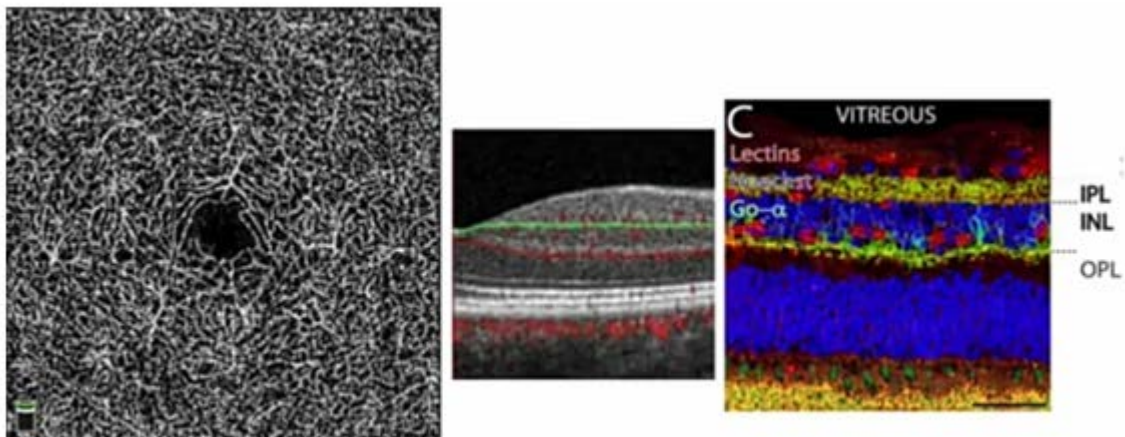


Figure III. 15 : Des plans vasculaires de la rétine[27]

En déplaçant la coupe d'adroitte plexiforme externe vers la gauche on peut suivre dans veinules de drainage Unité de drainage capillaire apparaissent le drainage de ses unités choriocapillaire par une veinules qui va se jeter dans les veines superficielles[27](Figure III.4.4).

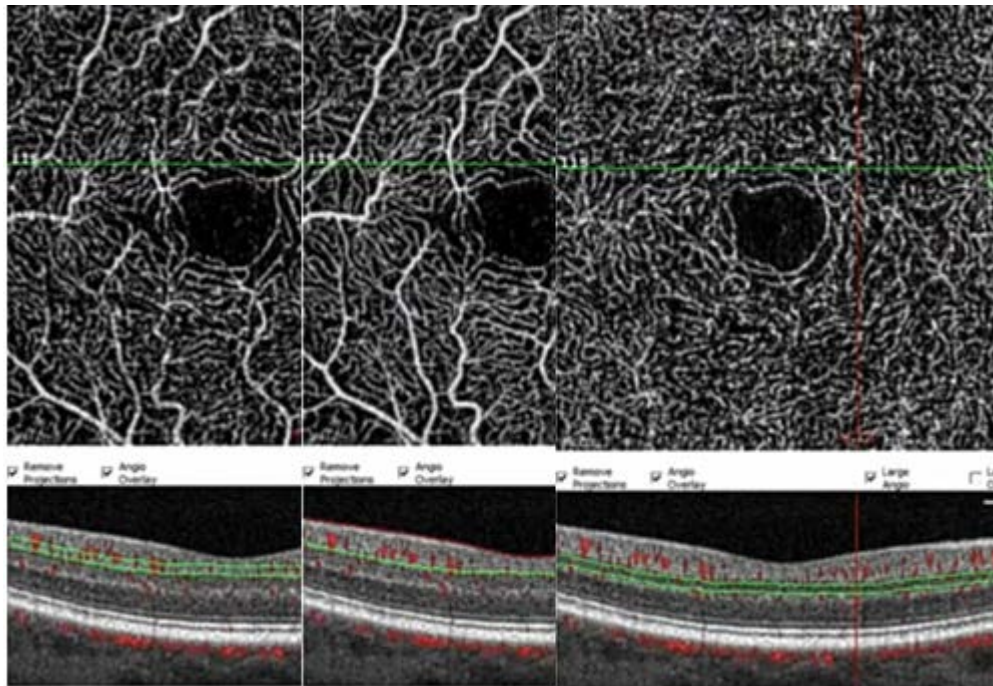


Figure III.4.4 des plans vasculaires de la rétine[27]

- **Schématisation des capillaires réiniens :**

Dans la macula les capillaires sont organisées en 3 niveaux suivant les couches cellulaires de la rétine interne. C'est un système vasculaire tridimensionnel avec des capillaire qui partent des artérioles superficielle et passe verticalement toute l'épaisseur de la rétine fait le premier relai dans la plexiforme interne ou il récolte le sang des plans profond appelé plexus capillaire profond puis remonte vers la superficie[27](Figure III. 16).

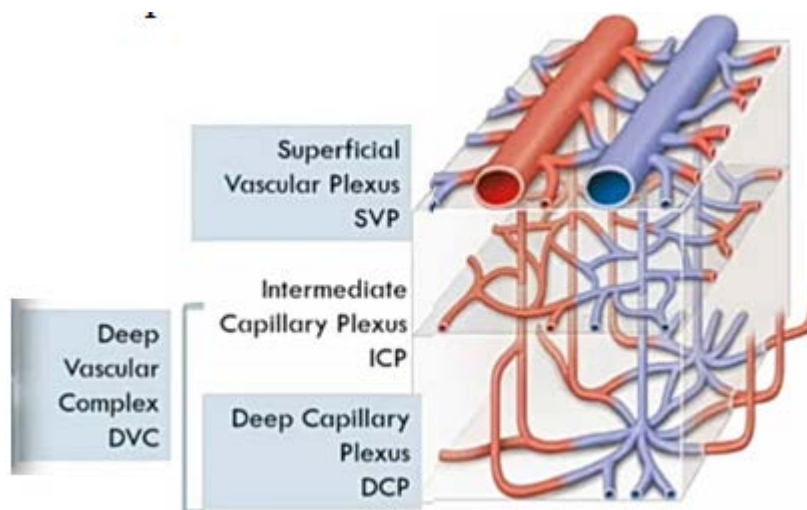


Figure III. 17 : Schématisation des capillaires réiniens[27]

- **Les capillaires radiaires péripapillaires :**

Il n'y a pas les capillaires de la macula il y a les capillaires radiaires péripapillaires qui irriguent la couche supplémentaire de tissu qui entoure la papille des arcades vasculaires qui sont les fibres optiques qui ont besoin d'énergie pour transporter l'influx l'énergie qui est ramené par ce réseau vasculaire supplémentaire des capillaires rétiniens [27] (Figure III. 18)

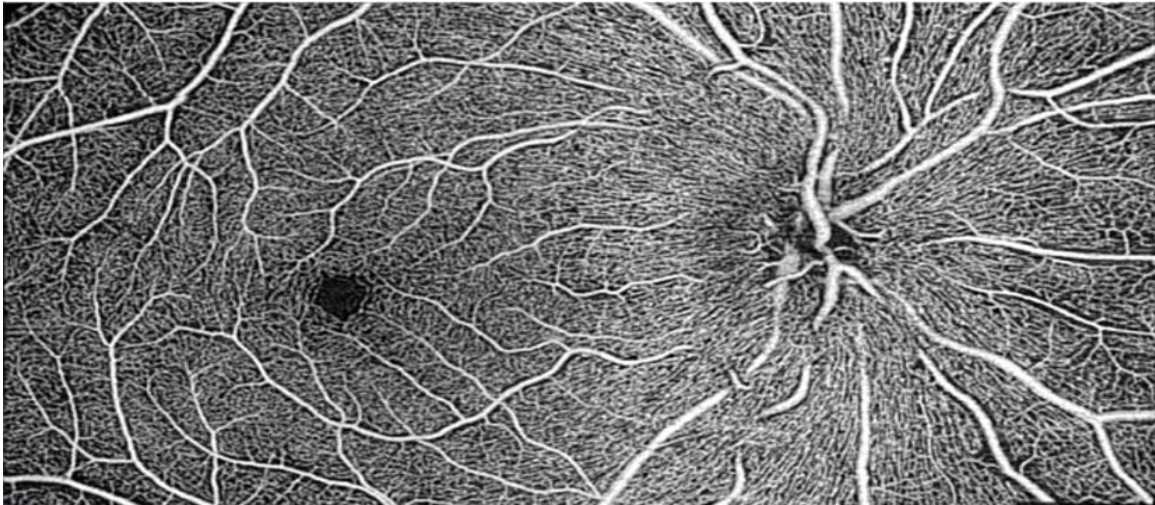


Figure III. 19 : Les capillaires radiaires péripapillaires [27]

Chapitre IV : La partie pratique

I. Matériel et méthodes la base de données :

C'est une étude rétrospective monocentrique descriptive. On a pris 11cas du l'établissement privée clinique Lazouni avec 55%femme et 45%homme de tranche d'âge qui varie entre 18ans et 84ans habitants la wilaya de Tlemcen étalonnés sur les deux années 2020 2021 et 2021 2022.

I.1. Critères d'inclusion:

- Patient présentant les pathologies rétiniennes suivantes : néovascularisation choroïdienne quelque soit l'étiologie +++
- DMLA.
- Œdème maculaire.
- Chorio rétinite séreuse centrale.

I.2. Critères d'exclusion:

- Patient dont la documentation (angiographie, OCT) était insuffisante.
- Durée de suivi moins de un mois.
- Pathologies autres que néovascularisation choroïdienne, œdème maculaire, CRSC, DMLA.

I.3. Ethique:

On a pris 11cas du l'établissement privée clinique Lazouni sous forme anonyme.

II. RESULTATS Le premier cas :

Il s'agit d'un homme de 83ans qui présente à l'OCT :

- **Description :**

Sur **la coupe OCT verticale**, la lésion apparaît sous la forme d'une hyperréflexivité fusiforme (flèche rouge) située au dessus de l'EP détruit (flèches jaunes) qui apparaît sous forme d'une ligne hyperréflexive entrecoupée inhomogène. Au dessous de la lésion, On note également du liquide hyporéflexif, mais peut contenir des éléments moyennement hyperréflexifs, témoignant du caractère fibrovasculaire du DEP (un décollement de l'EP ou DEP). on note aussi un épaissement hyperréflexive sous rétinien (flèche orange), avec des formes arrondies à bord nettes hyporéflexive sous l'épithélium pigmentaire correspond aux vaisseaux choroïdiens (flèche bleue) (Figure IV.1).

- À coté de la lésion, il existe une compartimentation anormale hyporéflexive sous la rétine (formant un décollement séreux rétinien ou DSR) qui est modéré (flèche blanche) (Figure IV.1).

Il y a un remodelage de différentes couches avec destruction de l'EP et des photorécepteurs sus-jacents, ainsi qu'une désorganisation de la rétine interne (Figure IV.1).

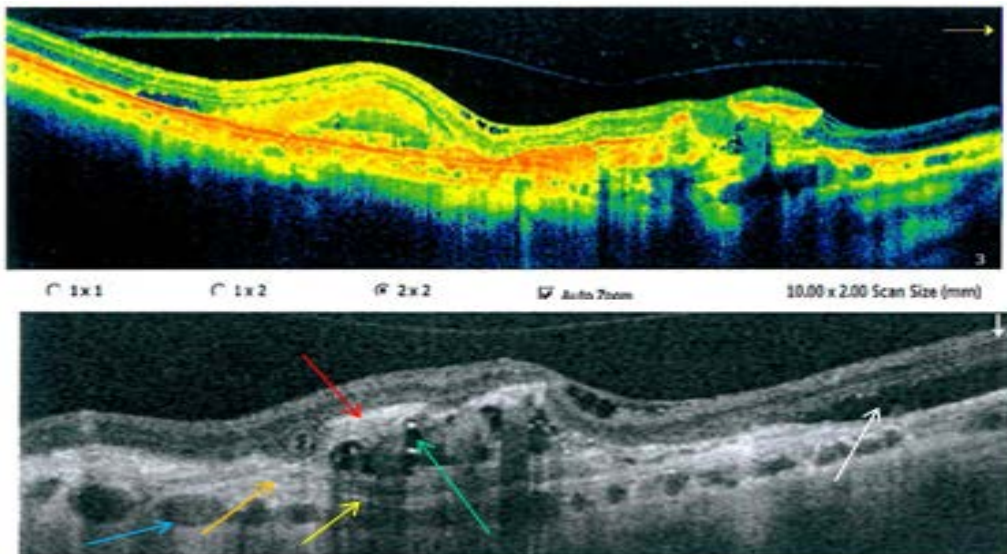


Figure IV.1.OCT du premier cas

- L'OCT en face (A) montre une image arrondie pouvant correspondre au polype (Figure IV.2).

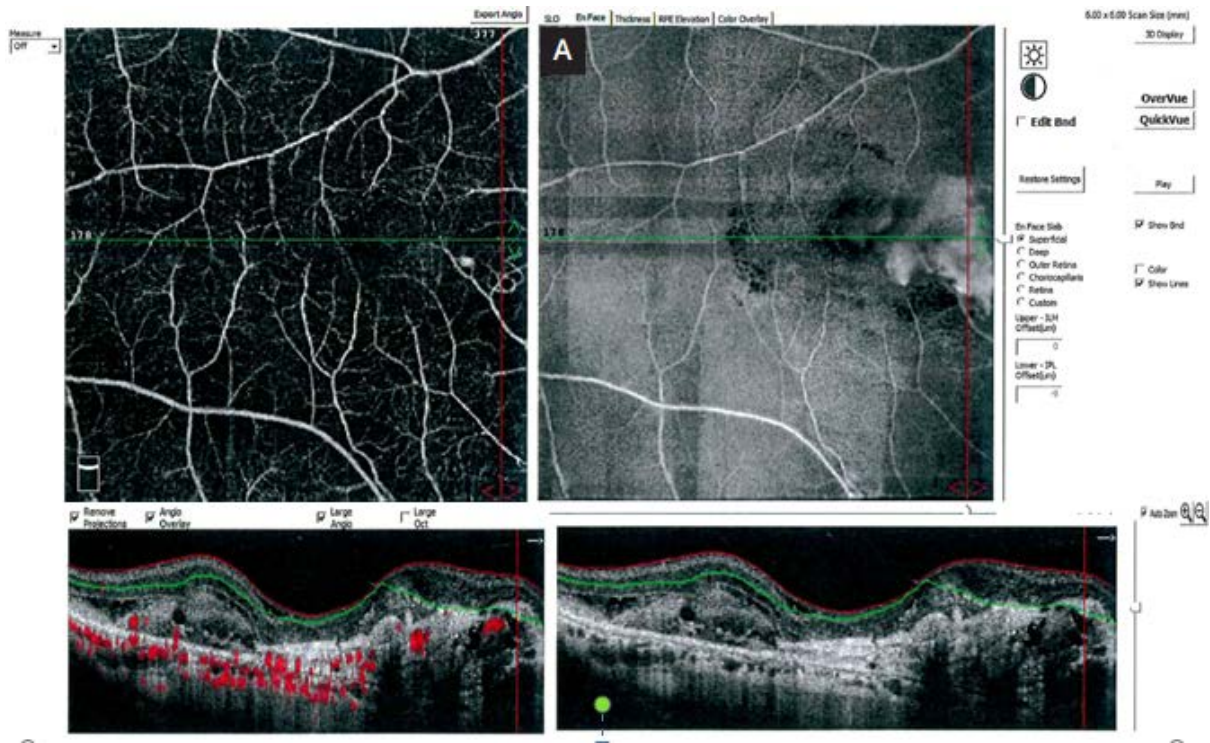


Figure IV.2.OCT en face (A) du premier cas

- L'OCT-Angiographie : les coupes réalisées au niveau du décollement de l'épithélium pigmentaire en choroïde (B) et en choriocapillaire (C) montre des anomalies vasculaires à l'intérieur de la lésion formant un réseau vasculaire anormal de type branching vascular network (flèches rouges) (Figure IV.3.).

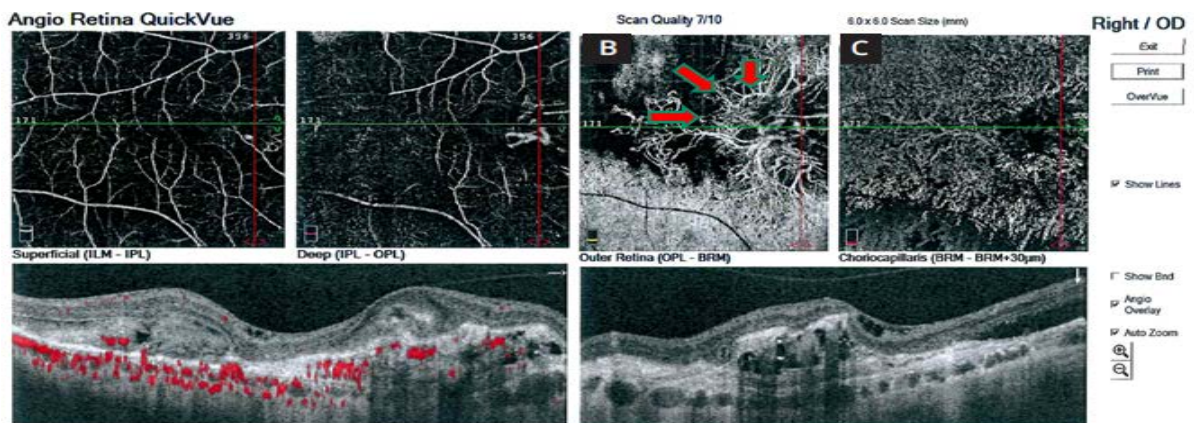


Figure IV.3. L'OCT-Angiographie du premier cas

- **L'OCT-Angiographie** : nous donne l'activité vasculaire en rouge qui diffuse des vaisseaux choroïdiennes à l'intérieurs des épaissements hyperréfectives sous rétiniens témoignant du caractère vasculaire active de ses lésions (Figure IV.4.).

Et nous renseigne sur la densité vasculaire des lésions qui est aux alentours de 128µm au niveau du Cartographie de l'OCT (image D) (Figure IV.4.).

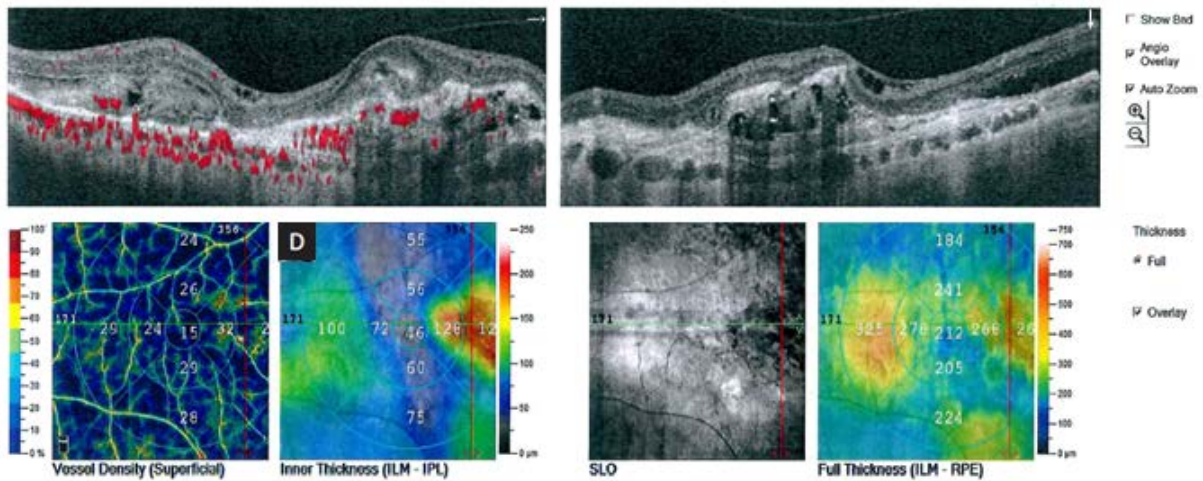


Figure IV.4. L'OCT-Angiographie 2 du premier cas

II.1. Conclusion du 1er malade:

Les néovaisseaux choroïdiens prolifèrent à travers une rupture de la membrane de Bruch soit sous l'épithélium pigmentaire, soit sous la rétine. Ces vaisseaux immatures induisent une exsudation plus ou moins importante, ainsi que des hémorragies, ce qui conduit à une compartimentation anormale sous l'EP (formant un décollement de l'EP ou DEP) ou sous la rétine (formant un décollement séreux rétinien ou DSR). Par ailleurs, l'invasion de la rétine par les néovaisseaux entraîne une destruction et un remodelage des couches rétiniens ainsi que l'intrusion de cellules telles que des fibroblastes. Toutes ces modifications aboutissent à la formation d'une cicatrice disciforme de la rétine.

 **DMLA néovasculaire : formes actives**
Vasculopathie polypoïdale

II.2. Discussion du premier cas :

L'OCT-Angiographie est un outil extraordinaire pour visualiser la vascularisation choroïdienne anormale. De plus, l'examen renseigne Dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge sur le plan dans lequel ces néovaisseaux se développent.

Cependant, l'ophtalmologiste doit se rappeler que la visualisation d'un lacis néovasculaire n'est pas toujours synonyme d'activité néovasculaire. En effet, des néovaisseaux peuvent être présents mais inactifs soit de façon spontanée (néovascularisation occulte quiescente) soit après traitement adapté. C'est ainsi que l'analyse de l'OCT-Angiographie doit toujours **comporter une analyse OCT** plus conventionnelle avec des coupes transversales (B-scan). La comparaison des deux examens permet donc d'apprécier la localisation anatomique des néovaisseaux et également leur activité, matérialisée par les manifestations exsudatives.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

- L'OCT-Angiographie met en évidence les différentes structures dans la vasculopathie polypoïdale : le lacis néovasculaire au sein duquel on individualise une lésion arrondie avec un faible flux correspondant au polype.
- Les polypes peuvent être visualisés en OCT-Angiographie et apparaissent le plus souvent comme une structure arrondie avec un faible flux comparée au réseau vasculaire environnant, mais la sensibilité reste inférieure à la détection en angiographie en ICG (au vert d'indocyanine).

III. Le deuxième cas :

Une femme de 29ans qui présente à l'OCT :

- Description :

L'OCT coupe verticale On visualise en(A) un épaississement localisée de la couche profonde(1) associée à des logettes cystoïdes hyporélectives(2) (Figure IV.5).

En(B) L'ensemble des images correspond au balayage vertical des couches rétiniennes de la papille jusqu'au la macula (Figure IV.5).

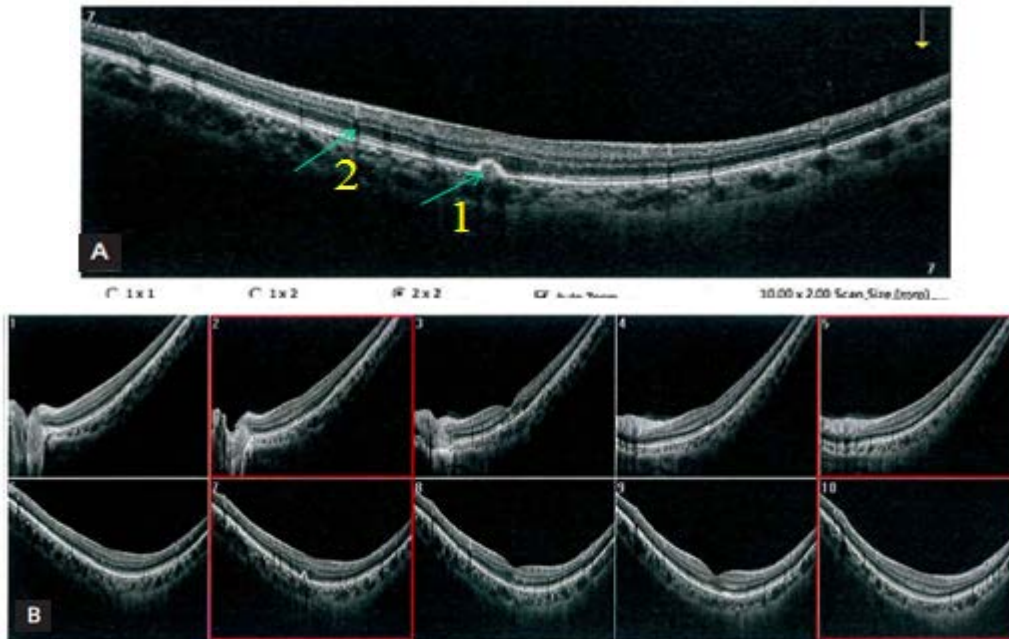
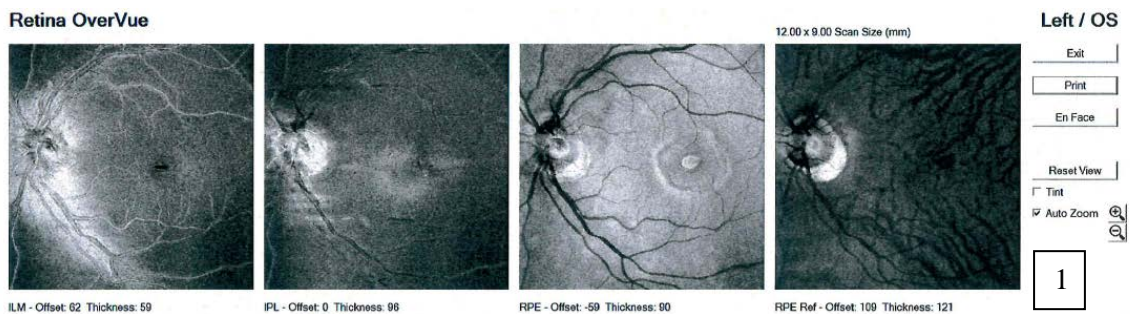


Figure IV.5. L'OCT coupe verticale du deuxième cas

- **L'OCT en face** montre une tache hypo-réfléctive dans la couche RPE ou (épithélium pigmentaire rétinien).pour les figure IV.6 en(1) et(2).



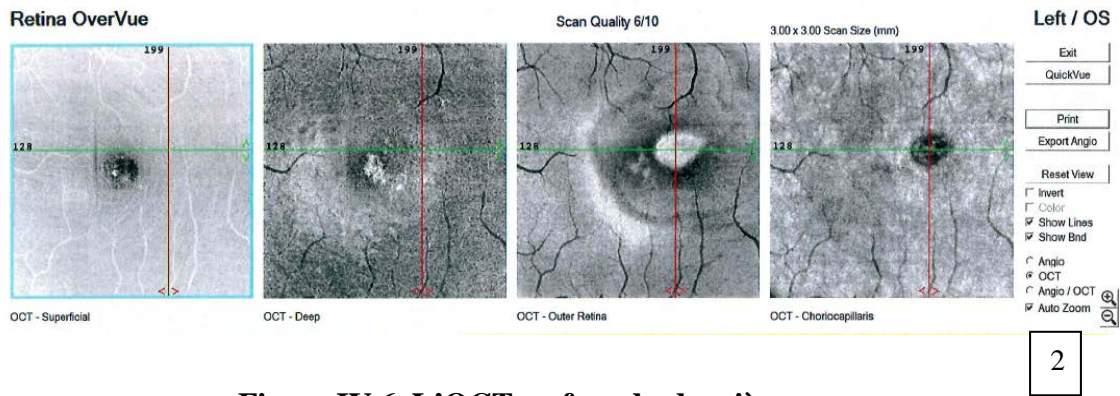


Figure IV.6. L'OCT en face du deuxième cas

- **OCT-Angiographie** faite à différents niveaux : La coupe réalisée au niveau de la rétine profonde, théoriquement avasculaire, montre le néovaisseau sous la forme d'une lésion arrondie à bord net (D) (Figure IV.7).

Ainsi que l'activité vasculaire en rouge est évidente au niveau de lésion hyperréfléctive et qui diffusent aux logettes cystoïdes témoignant du caractère active de la néovascularisation(E) (Figure IV.7).

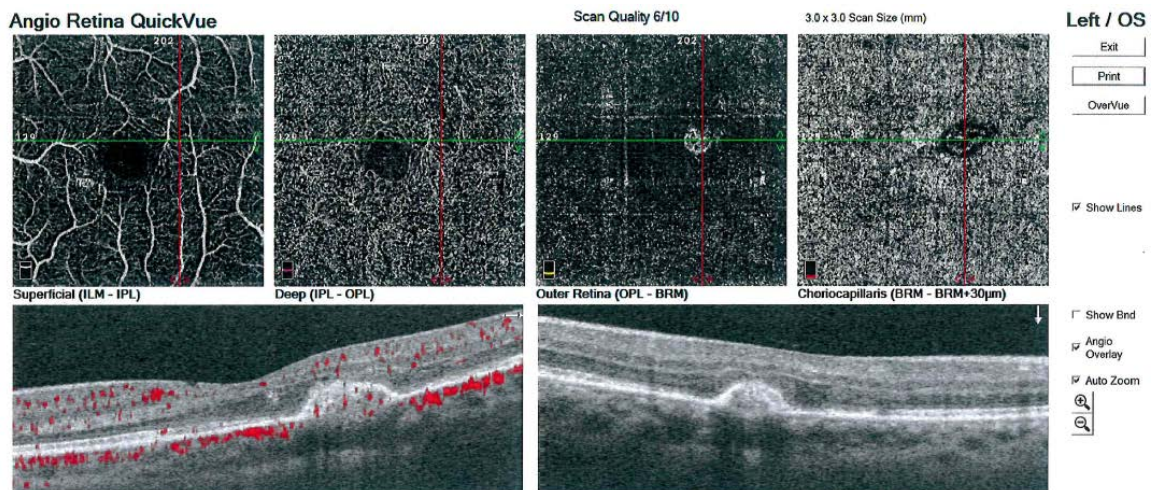


Figure IV.7. L'OCT-Angiographie du deuxième cas

- La coupe réalisée un peu plus bas au niveau du plan de l'épithélium pigmentaire montre mieux le néovaisseau qui est associé à une projection anormale avec des vaisseaux rétiniens(F) (Figure IV.8).

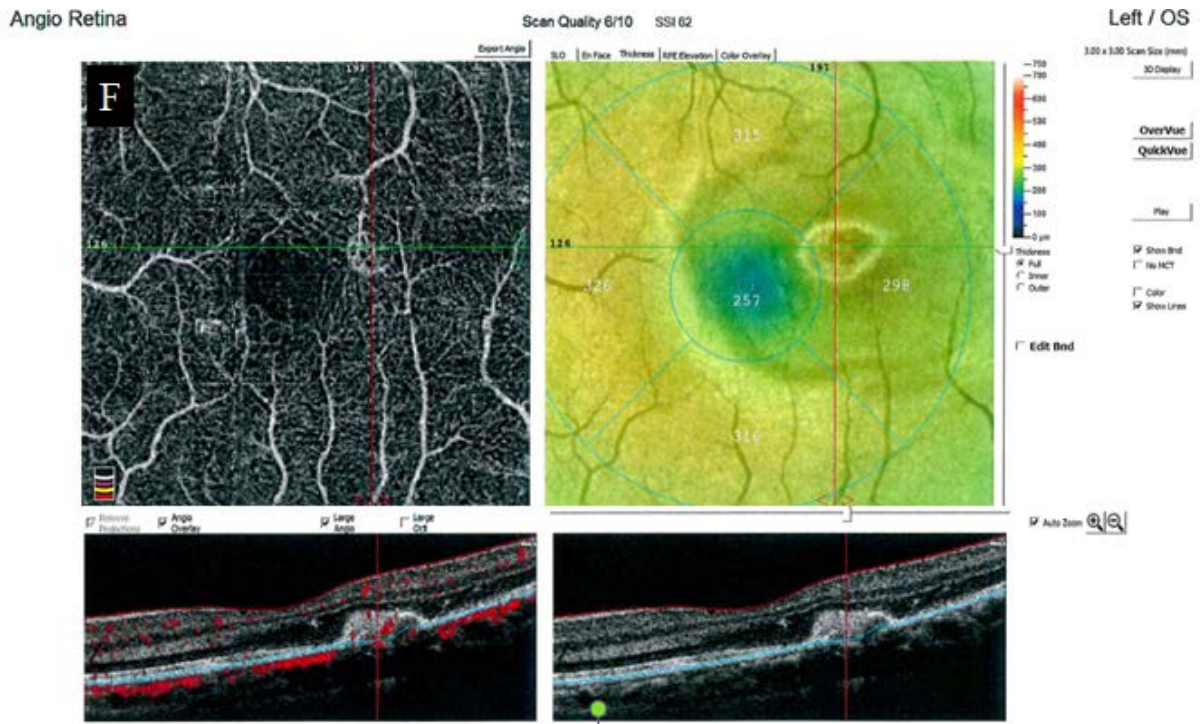


Figure IV.8. L'OCT-Angiographie 2du deuxième cas

- La densité de flux au niveau du halo jaune néovasculaire est de 298µm sur la cartographie OCT témoignant de leur activation (G) (Figure IV.9).

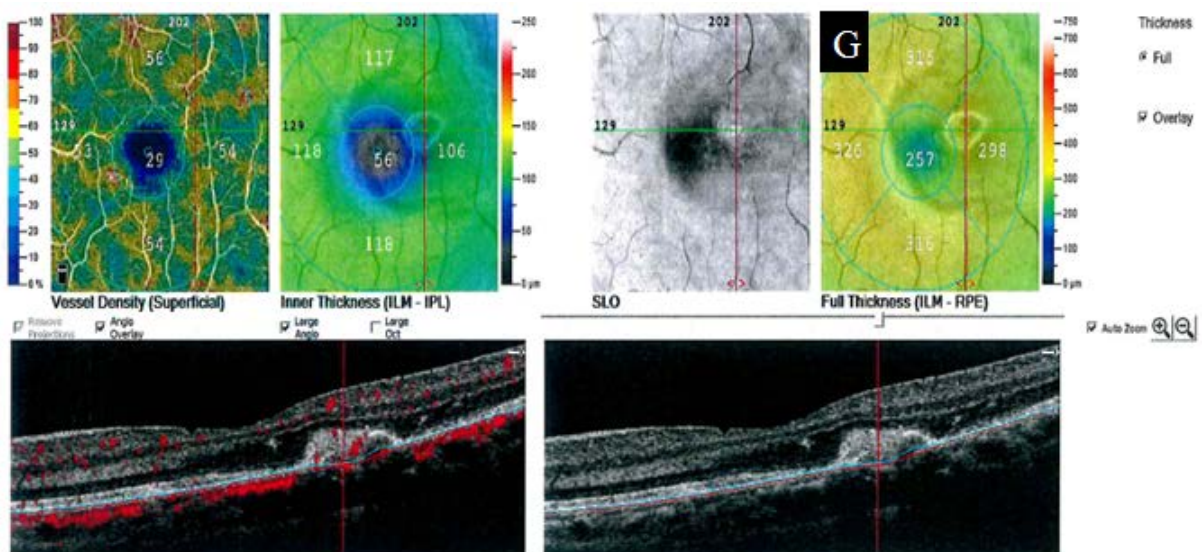


Figure IV.9. L'OCT-Angiographie 3du deuxième cas

III.1. Conclusion du 2^{ème} malade :

Pour la malade il s'agit de la néovascularisation choroïdienne. Ici on se réfère au schéma de base de la survenue de néovaisseaux choroïdiens, compliquant la pathologie concernée.



Néovascularisation choroïdiennes
visible ou classique

III.2. Discussion de deuxième cas :

L'examen OCT fait maintenant partie intégrante du diagnostic et du suivi de la néovascularisation choroïdienne. En déterminant des signes indicateurs tel que son aspect hyperreflectif, et sa localisation au dessus de l'épithélium pigmentaire.

- **Sur le plan des examens complémentaires**
- Néovascularisation visible, Description des néovaisseaux : en forme de méduse ou de glomérule.

Très bonne sensibilité de l'OCT-Angiographie pour leur détection.

- **l'OCT-Angiographie** nous renseigne sur l'évolution de la taille et de la densité (mesures quantitatives) des néovaisseaux visibles qu'on les suivre après traitement par des injections anti-VEGF.

IV. Le troisième cas :

C'est une femme 33ans qui décrit une baisse de la cuité visuel de l'œil gauche dans une semaine qui présente une myopie forte des deux yeux présente à l'OCT :

- **Description :**

L'OCT coupe verticale On note un amincissement des différentes couches rétiniennes(1) avec un aspect hyperréfectif localisée de la rétine profonde(2) Et la couche neurosensorielle rétinienne semble bien conservée contrastant en une ligne hyperréfective (3) (Figure IV.10).

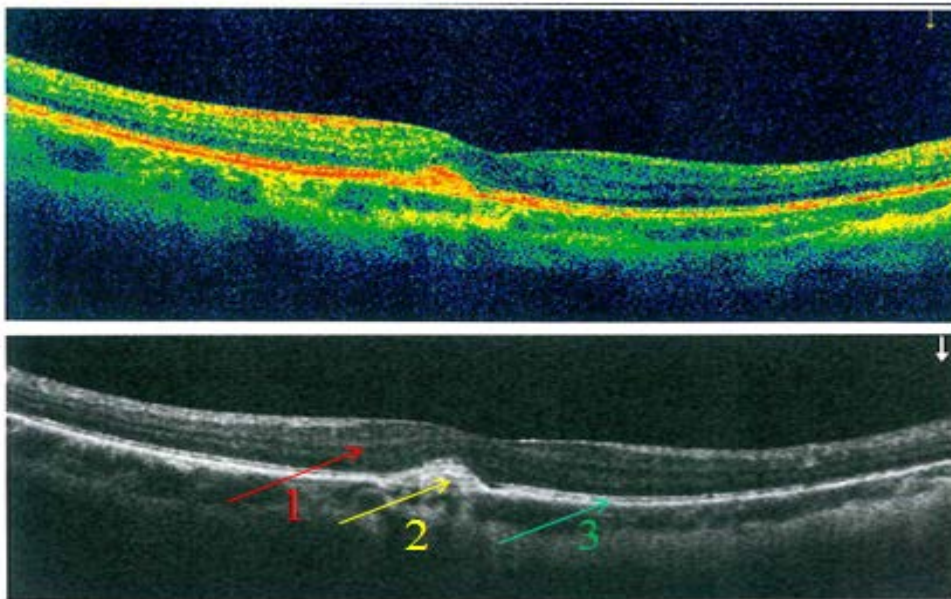
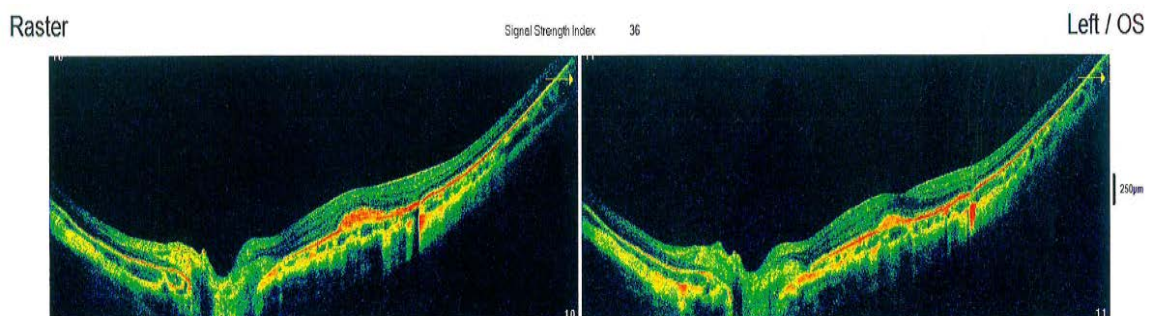


Figure IV.10. L'OCT coupe verticale du troisième cas

- **Le Raster** nous renseigne sur l'étendue des différentes couches rétiniennes allant de la dépression papillaire ou l'émergence du nerf optique(1) jusqu'à la macula(2) pour bien localiser la lésion en surface et en longueur (Figure IV.11).



. Figure IV.11. L'OCT coupe horizontale du troisième cas

- L'image nous donne l'évolution de la lésion au cours du temps ou elle commence à constituer en septembre 2017 ou elle régresse en deux derniers contrôls sous traitement par injections anti VEGF(A) (Figure IV.12).

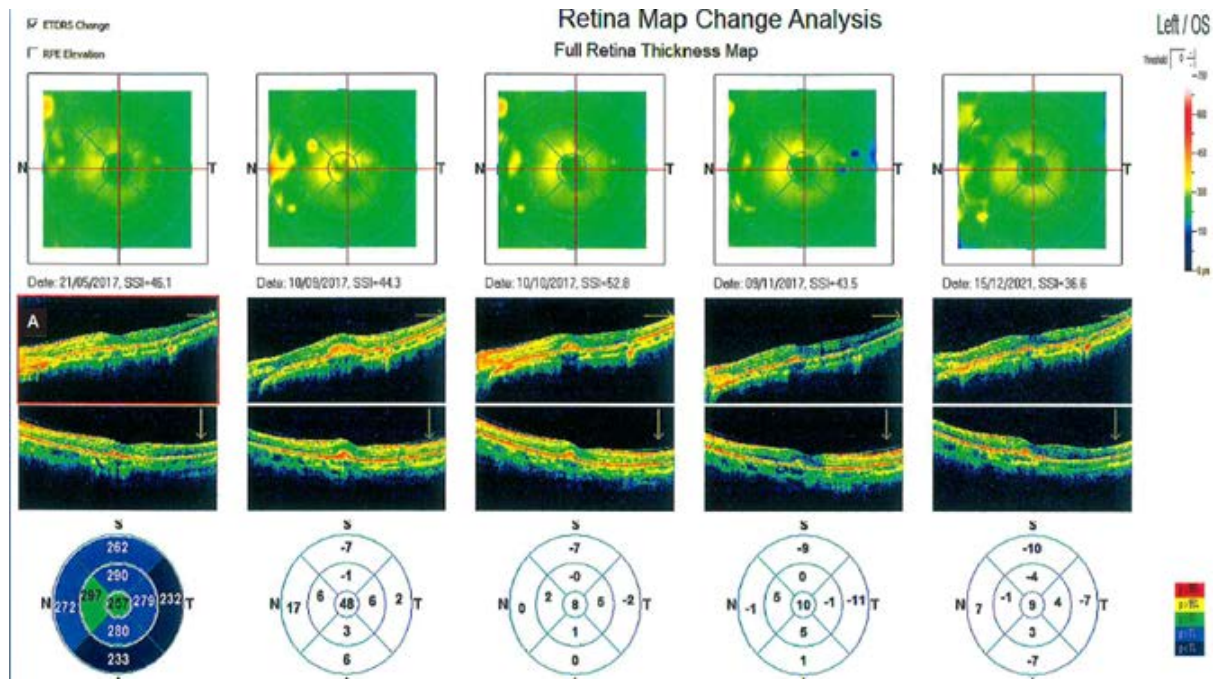


Figure IV.12. L'OCT des coupes verticales et horizontales du troisième cas

- On voit en cartographie OCT épaisseur central en jaune est d'intensité de 350µm en mois de septembre 2017 jusqu'au 600µm en zone nasal mais il commence à diminuer d'intensité sous traitement ou il atteint presque 300µm en décembre 2021 (B) (Figure IV.13).

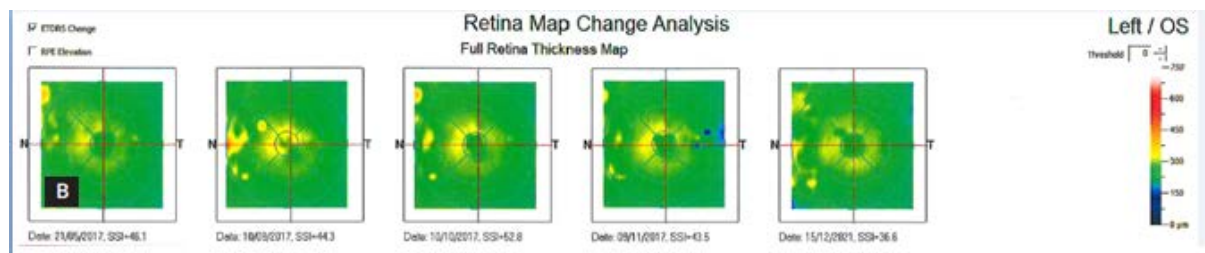


Figure IV.13. L'OCT cartographie du troisième cas

- On peut considérer que l'épaisseur centrale totale de la cornée est de 540 μm allant jusqu'à 700 μm en périphérie et que celle de l'épithélium (avec son film lacrymal) est de 52 à 55 μm de façon assez régulière (Figure IV.14).

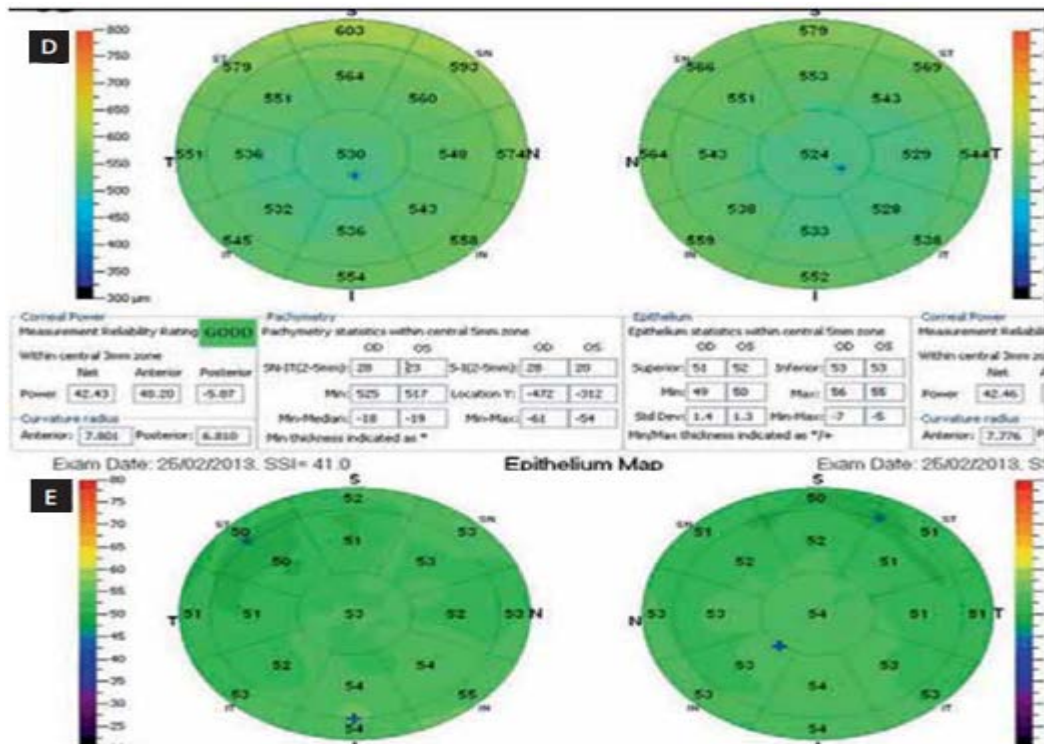


Figure IV.14. OCT : cartes pachymétriques du stroma (D) et de l'épithélium (+ film lacrymal) (E) du troisième cas

- L'OCT nous donne en image (F) l'évolution en graphe de l'épaisseur fovéolaire ou centre maculaire pour la patiente au fil des contrôles ou il reste inchangé au-dessus de la normale de 255 μm cependant le volume totale maculaire est diminué dès le début des consultations dont la valeur est de 5.3 mm^3 qui remène stable mais inférieure à la normale de 5.8 mm^3 (Figure IV.15).

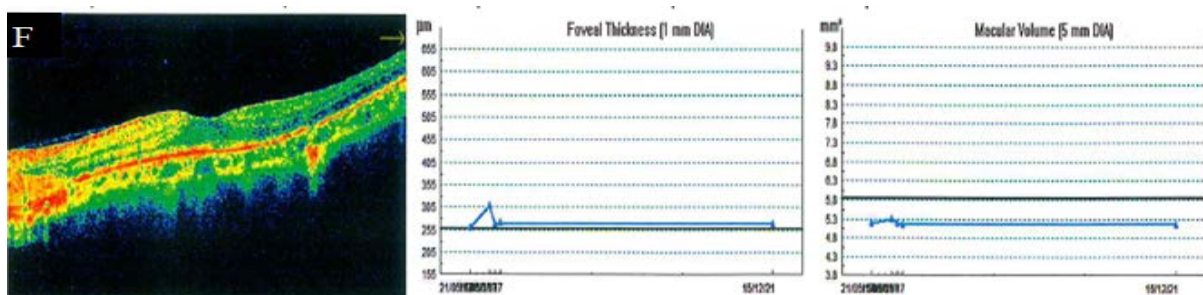


Figure IV.15. OCT cartographie 2 du troisième cas

- L'image nous montre la comparaison entre le premier control en 2017 ou la lésion n'existe pas et le dernier control en 2021 ou la lésion a été bien construite et qui diminue sous traitement jusqu'au décembre 2021 avec les deux images de l'OCT en face ou il montre des différents axes de balayage (Figure IV.16).

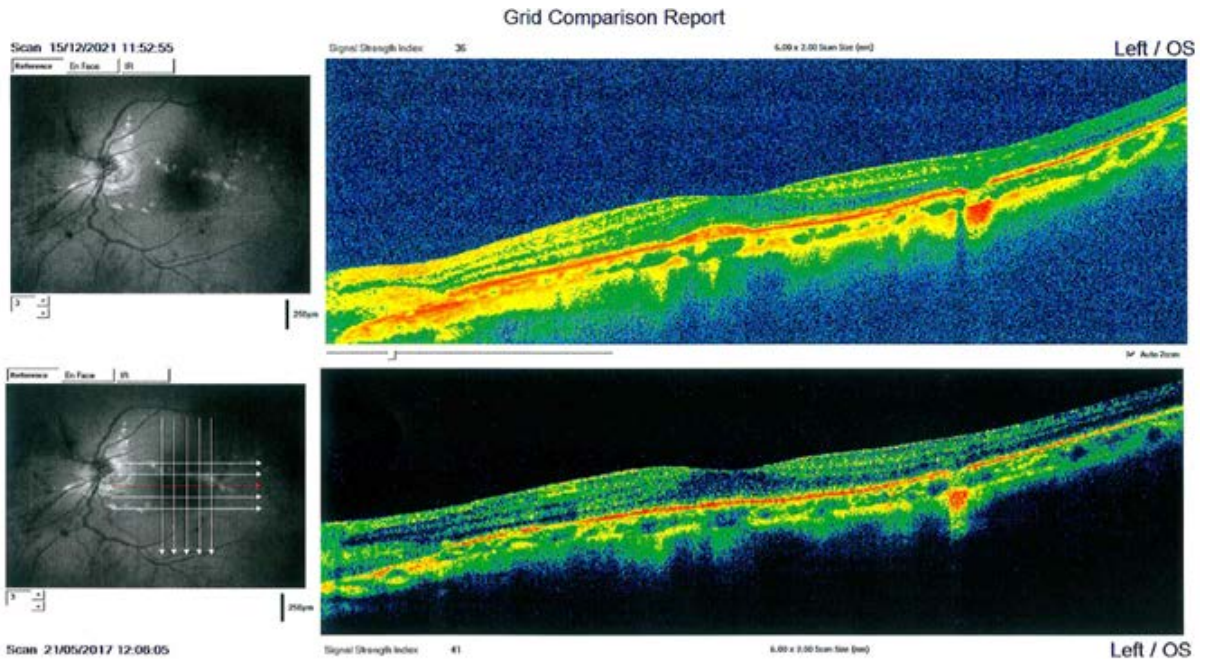


Figure IV.16. OCT des coupes horizontales² du troisième cas

- **OCT-Angiographie** : la coupe passant en avant du plan de l'épithélium pigmentaire montre une lésion néovasculaire très bien individualisée avec un aspect en « glomérule » et une densité de 80% sur la cartographie (Figure IV.17).

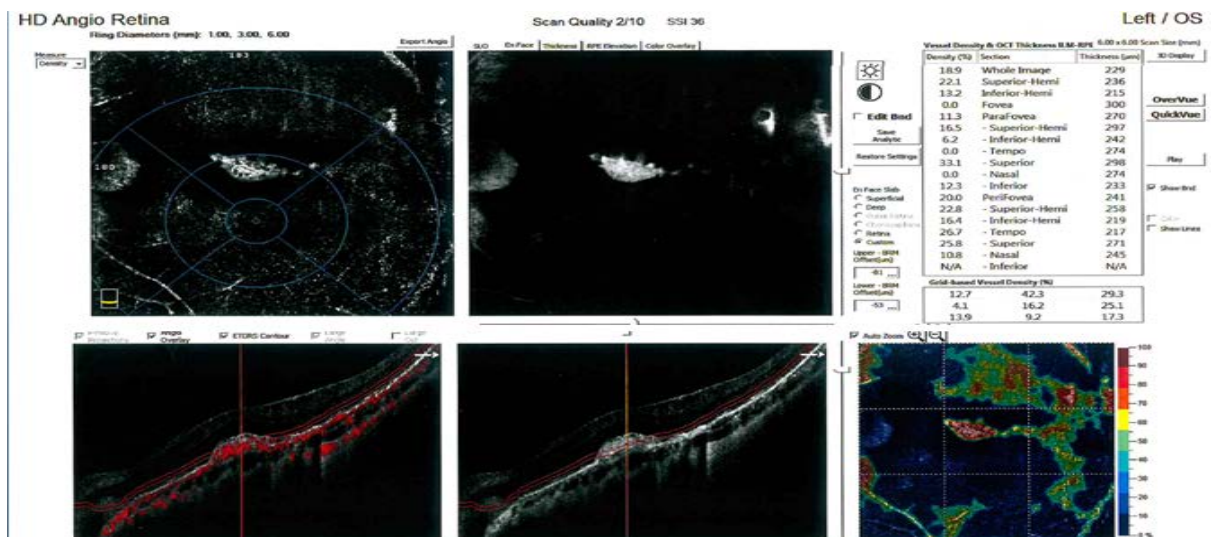


Figure IV.17. OCT-Angiographie du troisième cas

- L'image(H) nous montre avec précision l'activité vasculaire en différents quadrants allant du 274µm jusqu'au 300µm en full thickness dans le total volume entre l'épithélium rétinien pigmentaire(EPR) et membrane limitante interne(ILM).

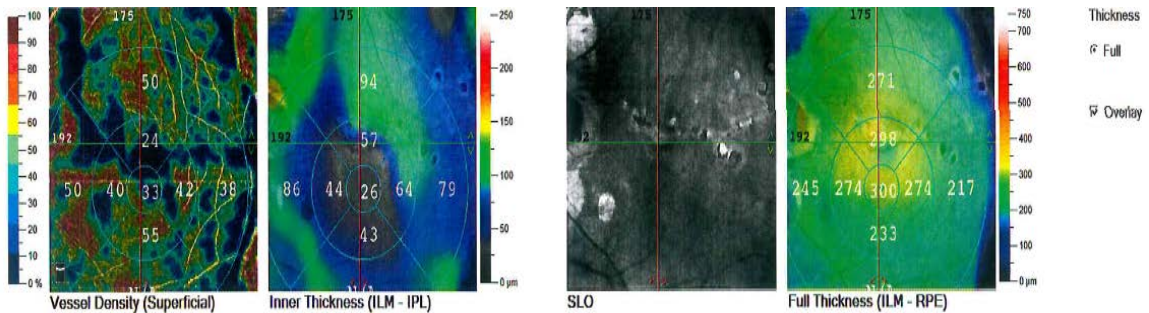


Figure IV.18. OCT-Angiographie2 du troisième cas

IV.1. Conclusion du malade n°3 :

Il s'agit d'un néovaisseau myopique qui représente une complication fréquente de la myopie forte, puisqu'ils apparaissent dans 5 à 11 % des cas environ.

Rarement isolés, ils apparaissent en général associés à une rupture de la membrane de Bruch.

Ces néovaisseaux se développent le plus souvent entre l'épithélium pigmenté et la rétine neurosensorielle (néovaisseaux de type 2). Ils sont classiquement de petite taille, mais peuvent être de plus grande taille notamment chez les sujets plus âgés.



IV.2. Discussion de troisième cas :

En OCT La lésion néovasculaire est le plus souvent arrondie ou fusiforme, située en avant du plan de l'épithélium pigmentaire, et iso ou hyper-réfléctive. Sa surface est souvent mal limitée lorsqu'elle est active, entraînant un épaissement rétinien en regard, avec quelques logettes intra rétiniennes, voire un décollement séreux rétinien.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

L'OCT en mode *spectral domain* ou *swept source* constitue une avancée majeure pour le suivi des patients avec néovaisseau myopique.

Cet examen permet d'identifier la lésion néovasculaire, donne des informations sur son caractère actif ou non, permet la localisation précise par rapport à la fovéa et permet une surveillance précise au cours du traitement.

Une lésion néovasculaire ancienne, fibrosée, comme c'est le cas pour les taches de Fuchs, apparaîtra au contraire hyper-réfléctive, bien limitée.

- Entre ces deux aspects opposés, une lésion néovasculaire inactivée **détectée par l'OCT Angiographie** et traitée par les traitements *anti-vascular endothelial growth factor* (anti-VEGF) apparaît souvent hyper-réfléctive et bien limitée, sans signe exsudatif, souvent plus petite que la lésion initiale si le traitement a été instauré peu de temps après l'apparition des premiers symptômes.
- **L'OCT-Angiographie** est un outil pour la détection des néovaisseaux compliquant la myopie forte et son caractère actif mais nécessite d'être intégré aux autres éléments de l'examen clinique et au bilan d'imagerie multimodale (angiographie à la fluorescéine et SD-OCT ou spectral domain).

V. Le quatrième cas :

Un homme de 57 ans qui présente en l'OCT :

- **Description :**

La coupe verticale d'OCT montre un épaissement rétinien central lié à la présence d'un néovaisseau choroïdien (flèche rouge). noter également les zones d'hyperréfléctivité postérieure correspondant à l'atrophie.

On note l'aspect une adhérence vitréo maculaire en jaune avec un épaissement hyperréfléctif global de la rétine photo réceptrice (Figure IV.19).

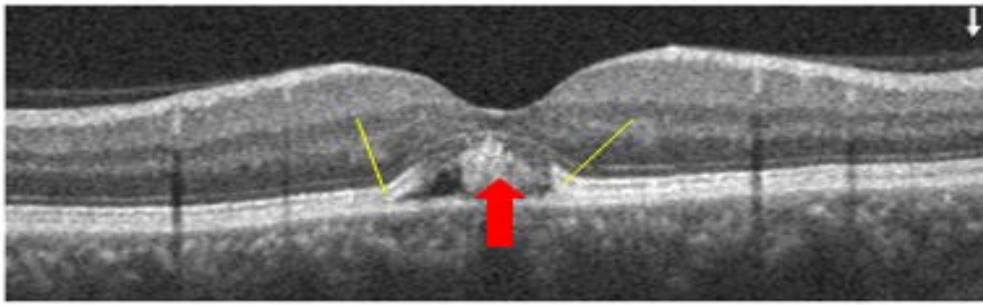


Figure IV.19. OCT coupe verticale du quatrième cas

- **OCT angiographie** la coupe passant au niveau de l'épithélium pigmentaire montre en revanche du matériel (lipofuschine) pathognomonique de la pathologie excluant ainsi la présence d'une complication néo vasculaire (cercle rouge) (Figure IV.20).

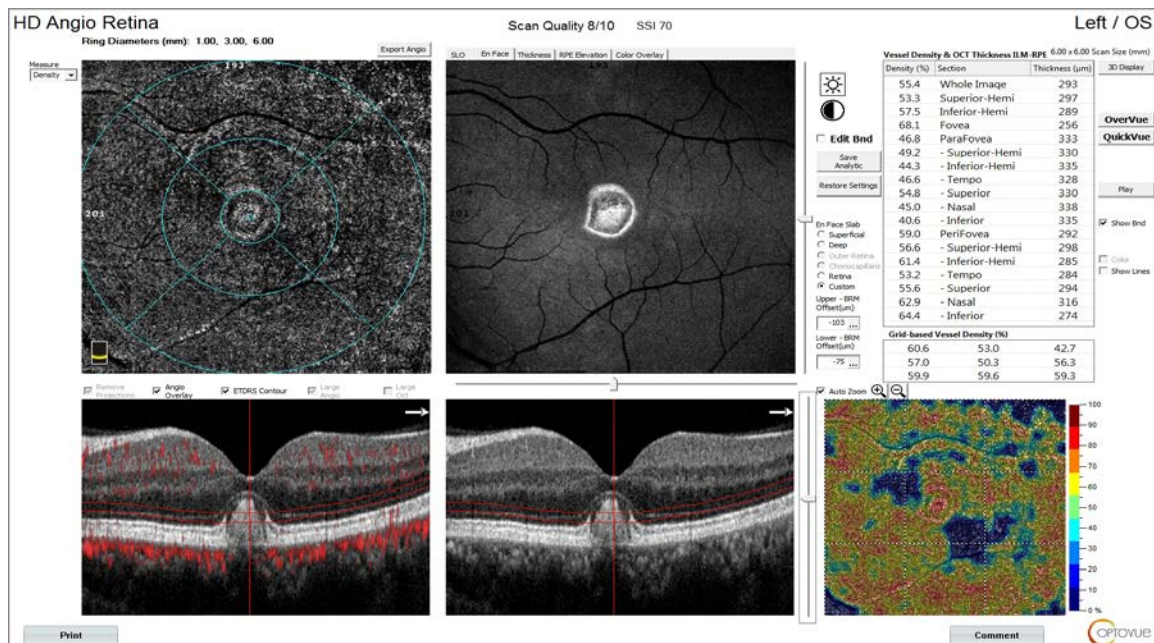


Figure IV.20. OCT angiographie du quatrième cas

- **L'OCT angiographie** on note une disparition quasi complète de choriocapillaire cela permet de très bien visualisé les gros vaisseaux choroïdiens au niveau des coupes passant par la choroïde (Figure IV.21).

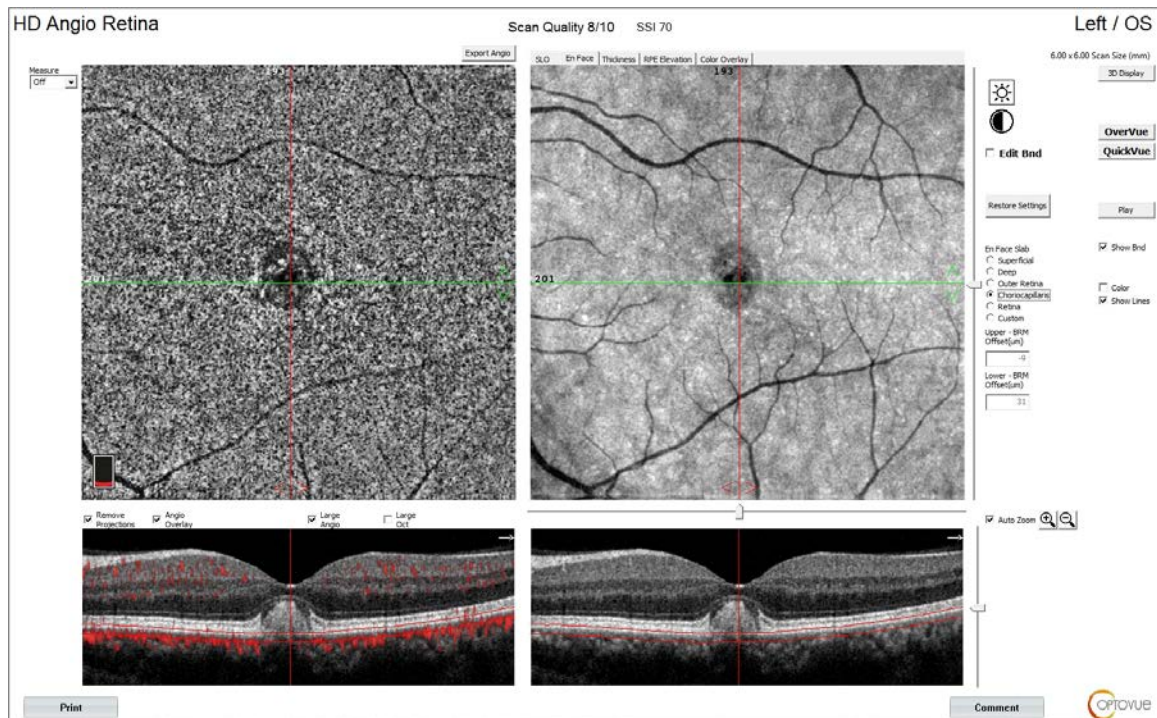


Figure IV.21. OCT angiographie 2 du quatrième cas

V.1. Conclusion du 4ème malade :

Ce malade est atteint la maladie de Staragardt est une dystrophie héréditaire de l'épithélium pigmentaire due au excès de lipofuscine au son niveau le fundus flavimaculaire est une entité du syndrome de Stragardt entraîne une baisse d'acuité visuelle centrale chez les adultes ou elle est compliqué d'un néovaisseau.



Maladie de Staragardt

V.2. Discussion du quatrième malade :

L'OCT montre la structure de la lésion et son aspect hyperrélectif avec des signes évocateurs de la maladie tel que l'aspect une adhérence vitréo maculaire avec l'épaississement hyperrélectif global de la rétine photo réceptrice.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

Pour maladie de Stragardt intérêt de l'**OCT angiographie** pour le diagnostic des néovaisseaux choroïdiens associés.

OCT angiographie montre une raréfaction des plexus vasculaires de la choriocapillaire et montre les éventuelles complications néovasculaires, il montre le dépôt de matériel de feline pas comme l'angiographie à la fluorescéine qui montre juste une tache hyperfluorescente.

VI. Le cinquième cas :

Un homme de 78ans qui présente à OCT :

- Description :

L'OCT coupe verticale montre une lésion hyper-réfléctive sous rétiniennne associée au soulèvement inhomogène de l'épithélium pigmentaire en jaune avec des lésions hypo réfléchives qui sont les exsudations en rouge (Figure IV.22). .

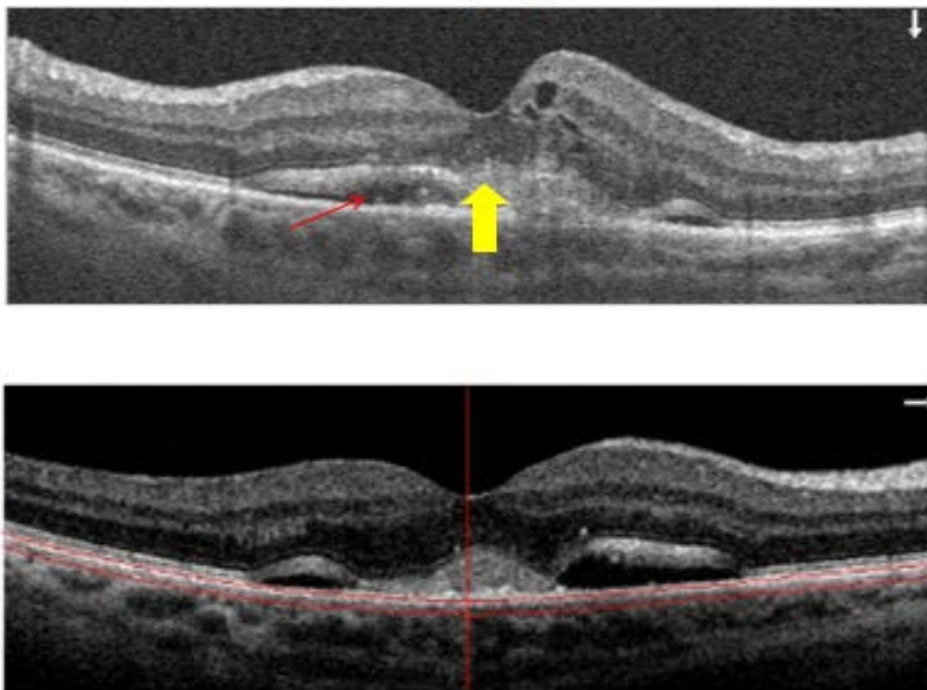


Figure IV.22. OCT coupe verticale du cinquième cas

- **L'OCT angiographie** montre clairement un lacis néovasculaire central occulte sous forme d'un halot hyporélectif avec une activation central par la coupe passant par choroicapillaire (Figure IV.23).

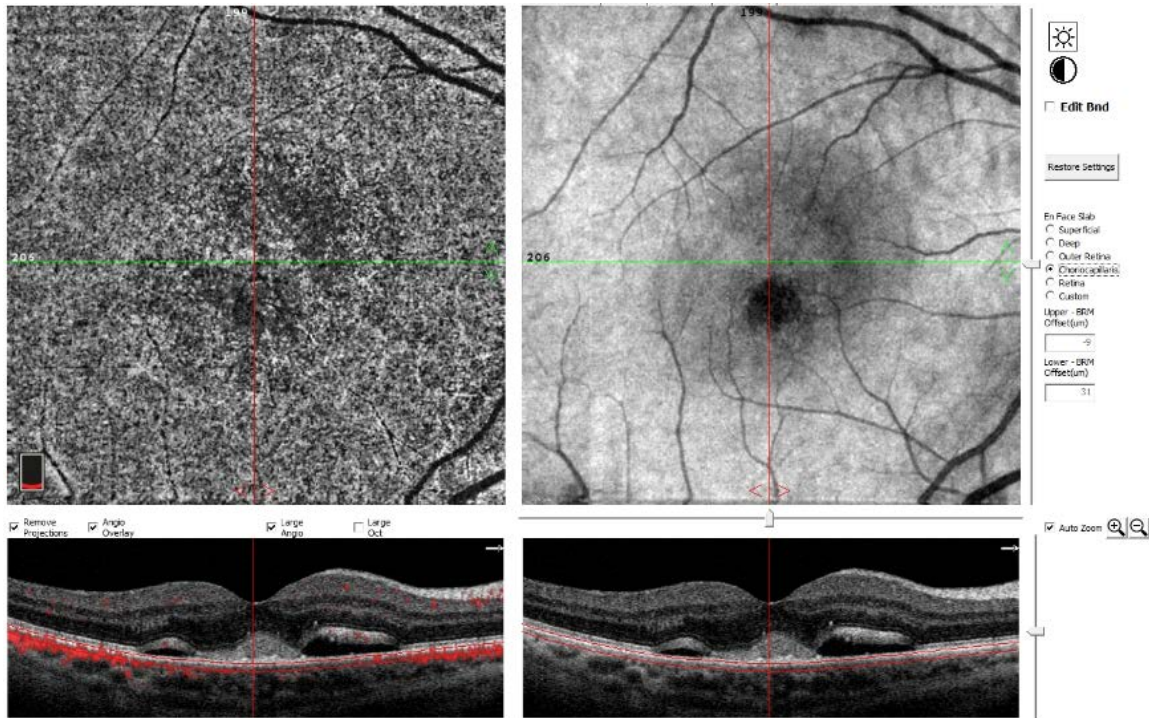


Figure IV.23. OCT angiographie du cinquième cas

- Dans les coupes apparait halot néovasculaire dans la rétine interne (Figure IV.24).

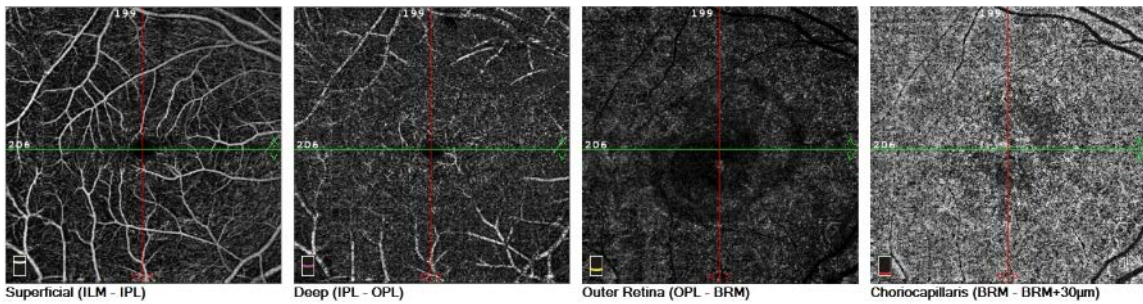


Figure IV.24. OCT angiographie2 du cinquième cas

- Avec une densité de flux élevé jusqu'au 452 μ m (Figure IV.25).

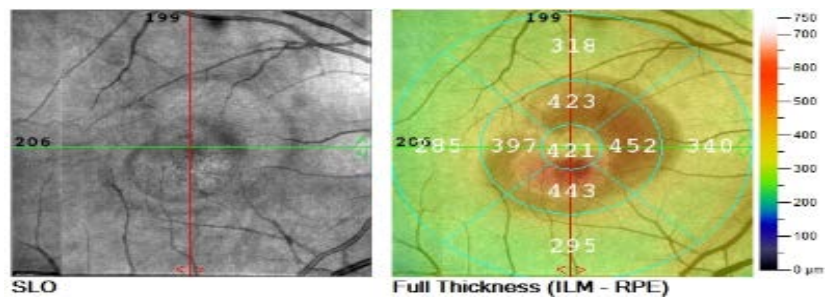
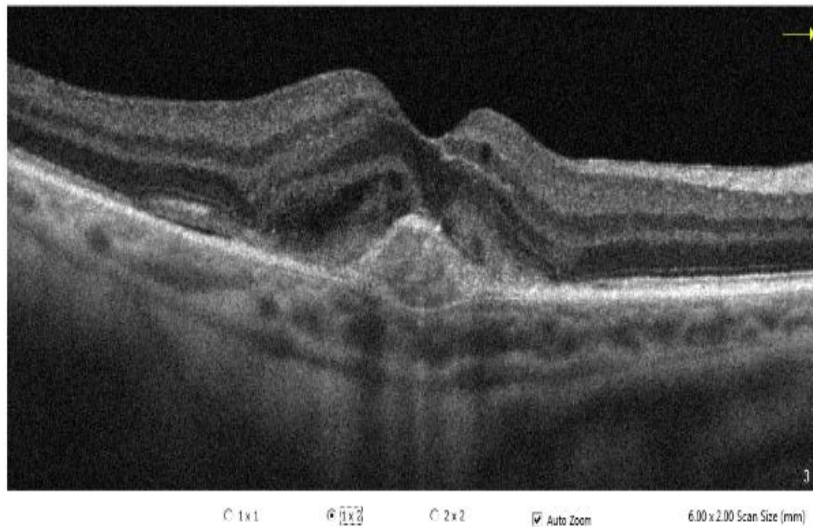


Figure IV.25. OCT angiographie3 du cinquième cas

- Après une année de traitement l'OCT coupe verticale et horizontale (Figure IV.26.27)



Ne montre pas d'exsudations sauf des résidus avec pas de diminution de la lésion hyper-réfléctive sous rétiniene associée au soulèvement inhomogène de l'épithélium pigmentaire (Figure IV.26.27).

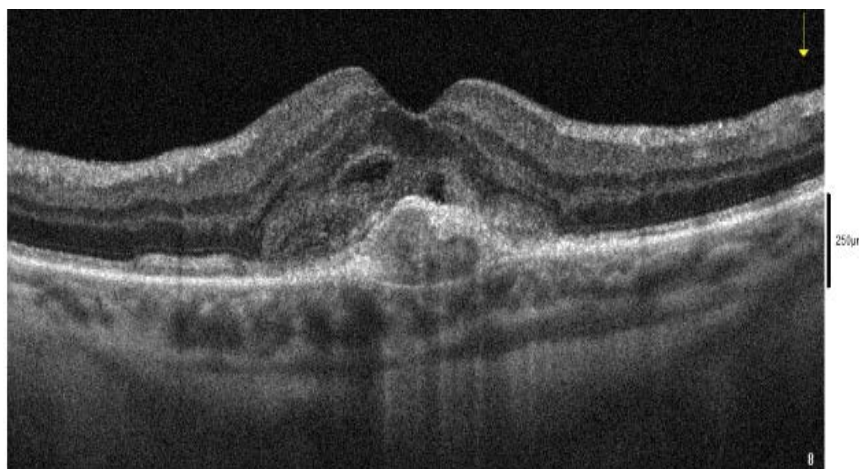


Figure IV.26.27 OCT control du cinquième cas

-OCT Angiographie montre une diminution du surface d'halot avec toujours une activation central sous la forme hypo réfléctive similaire aux vaisseaux dans la coupe passant par choroicapillaire (Figure IV.28).

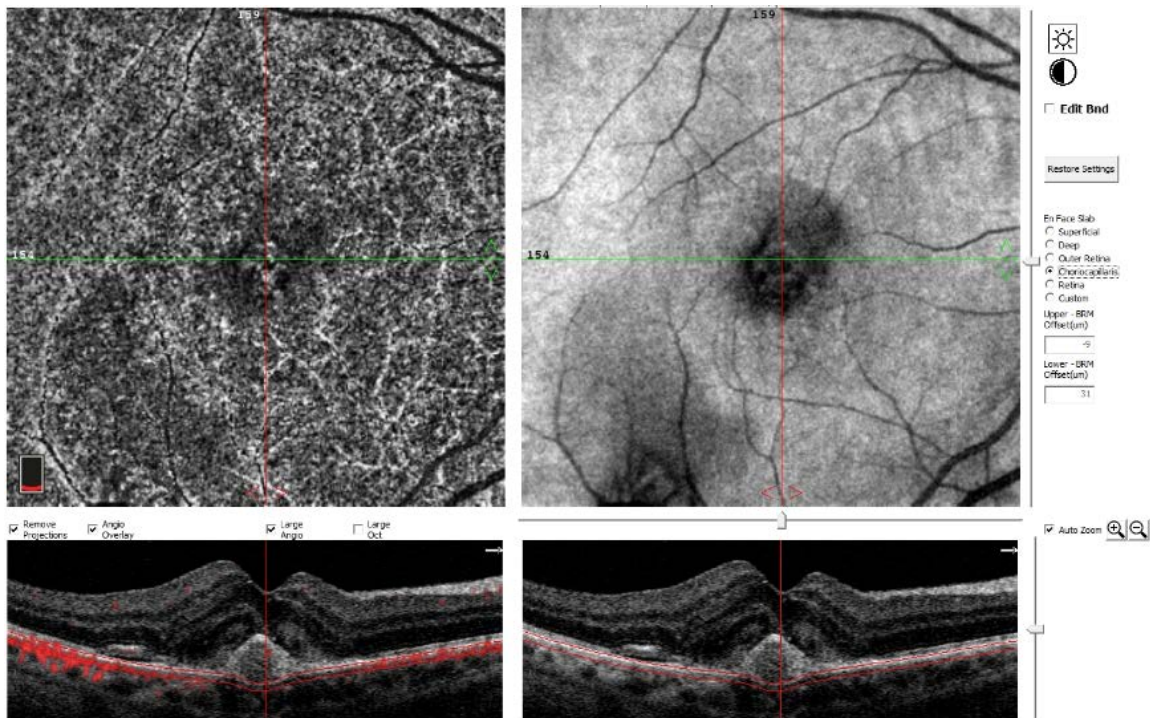


Figure IV.28 OCT control 2 du cinquième cas

-Dans les coupes on note un halot hyporéfléctif en nasal inférieure avec une diminution d'halot central (Figure IV.29).

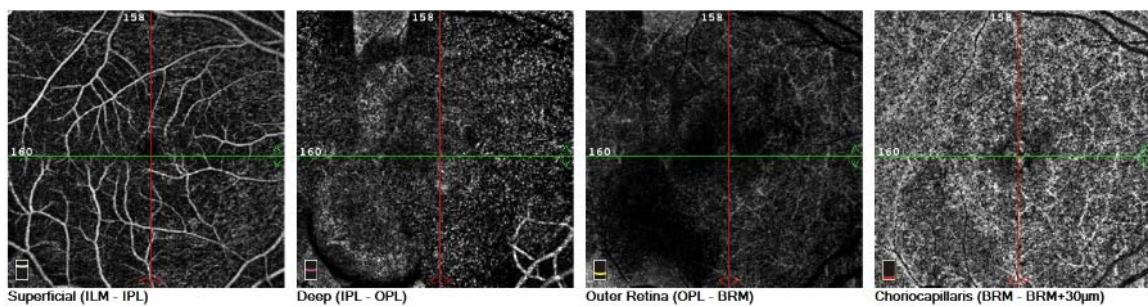


Figure IV.29 OCT control 3 du cinquième cas

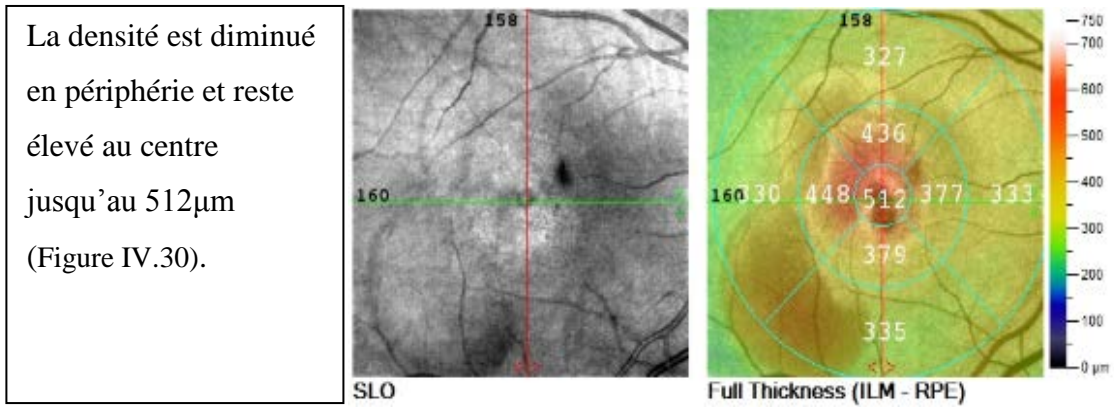


Figure IV.30 OCT control 4 du cinquième cas

- Après deux ans de traitement l'OCT coupe horizontale et verticale (Figure IV.31.32)

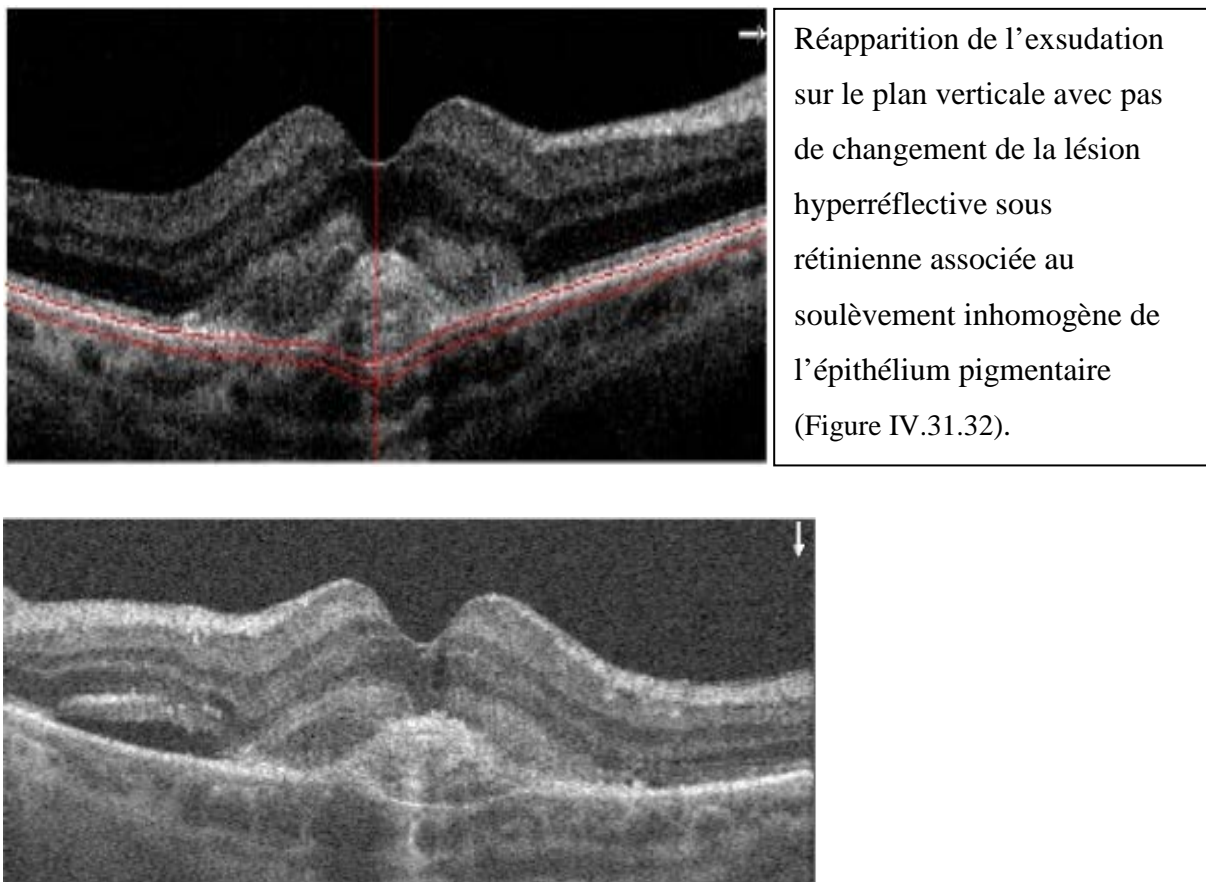


Figure IV.31.32 OCT control 5 du cinquième cas

-OCT Angiographie apparition du territoire néovasculaire bien limité au centre avec son activation dans coupe passant par choriocapillaire (Figure IV.33).

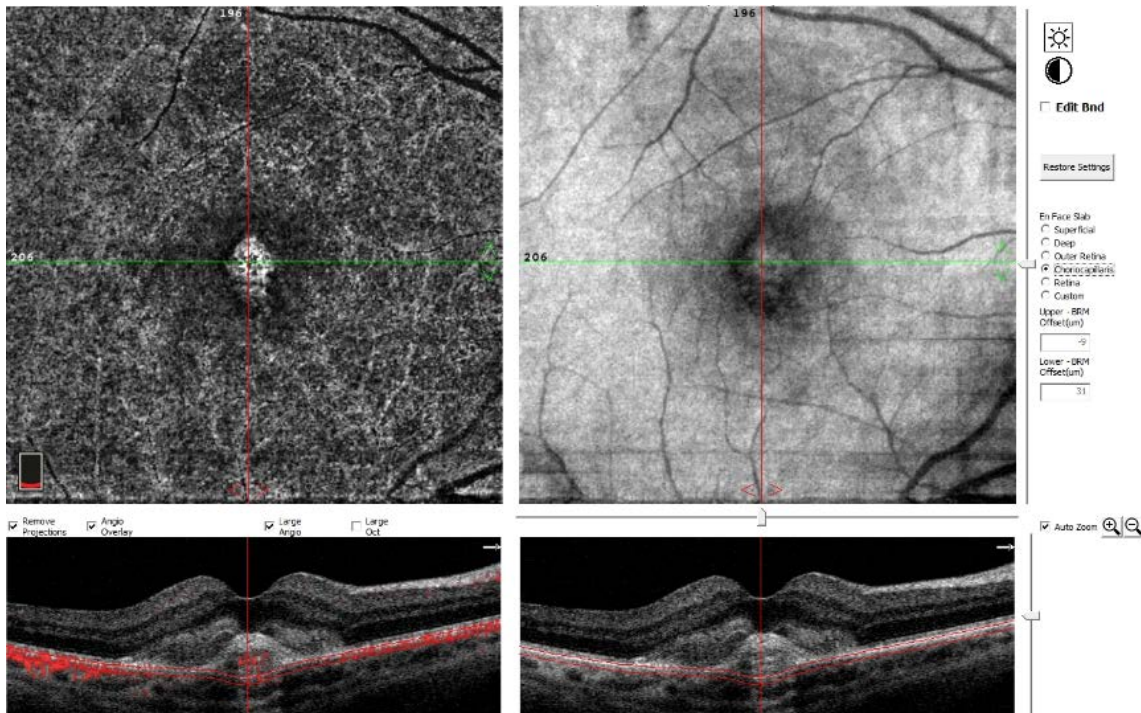


Figure IV.33 OCT control 6 du cinquième cas

-Dans les coupes apparition du néovaisseau en choriocapillaire (Figure IV.34).

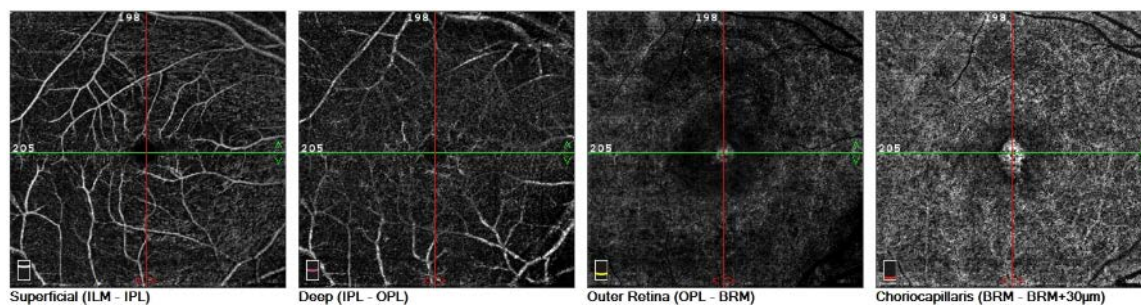


Figure IV.34 OCT control 7 du cinquième cas

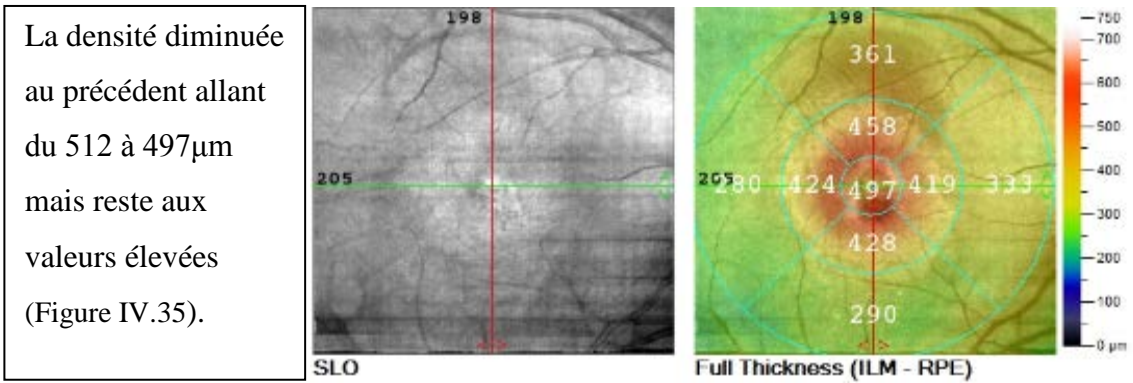


Figure IV.35 OCT control 8 du cinquième cas

- Après trois ans de traitement l'OCT coupe horizontale et verticale (Figure IV.36.37).

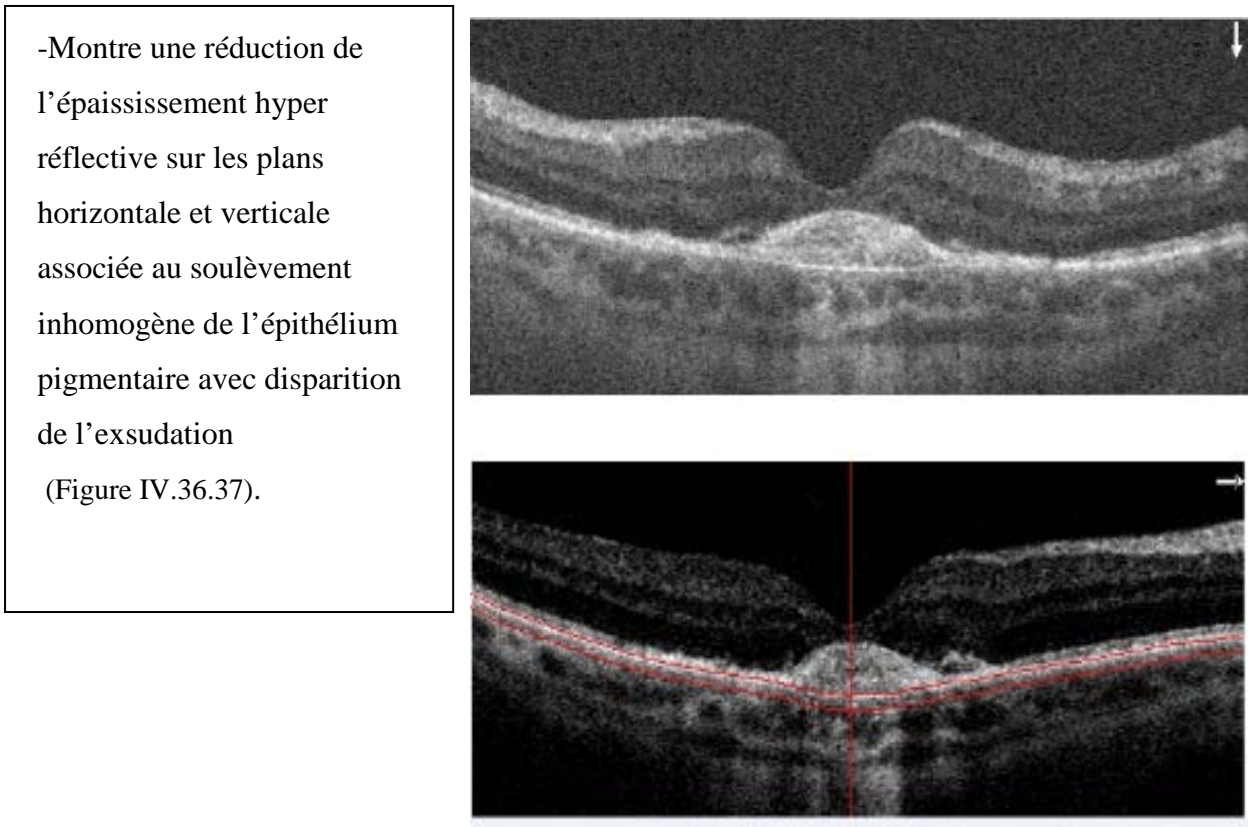


Figure IV.36.37 OCT control 9 du cinquième cas

-OCT Angiographie apparition du squelette du néovaisseau séquellaire avec une activation en périphérie (Figure IV.38).

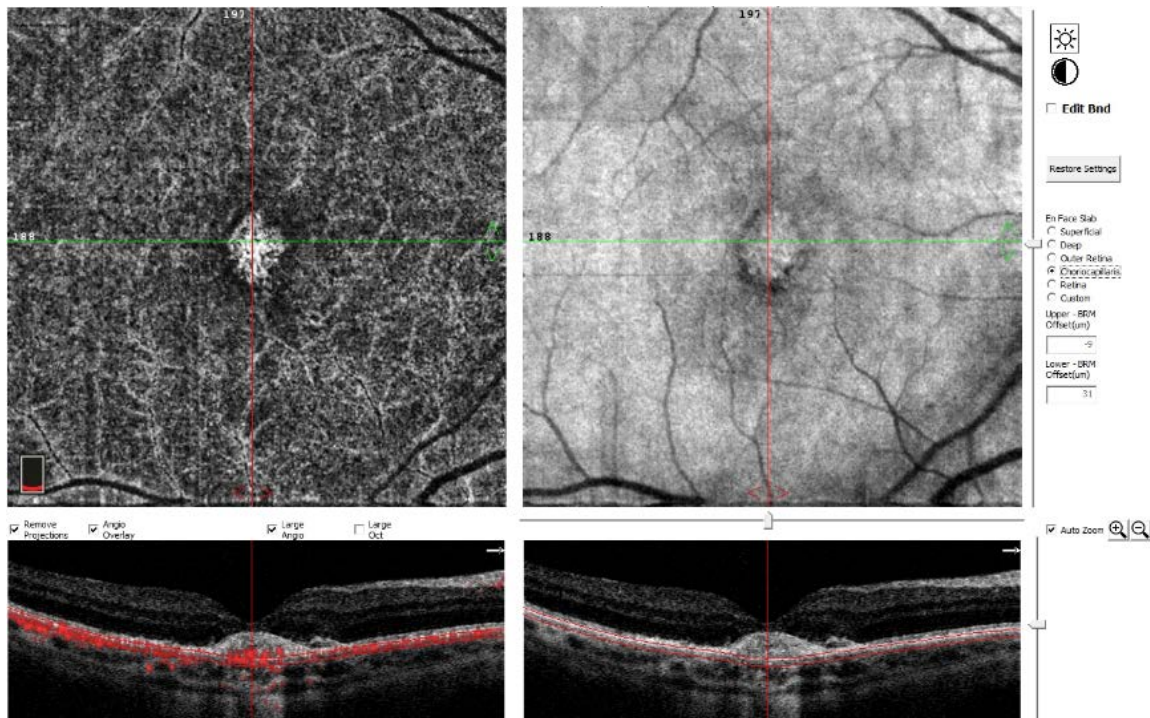


Figure IV.38 OCT control 10 du cinquième cas

-Dans les coupes le néovaisseau séquellaire avec une activité résiduelle dans la partie basale en rouge (Figure IV.39).

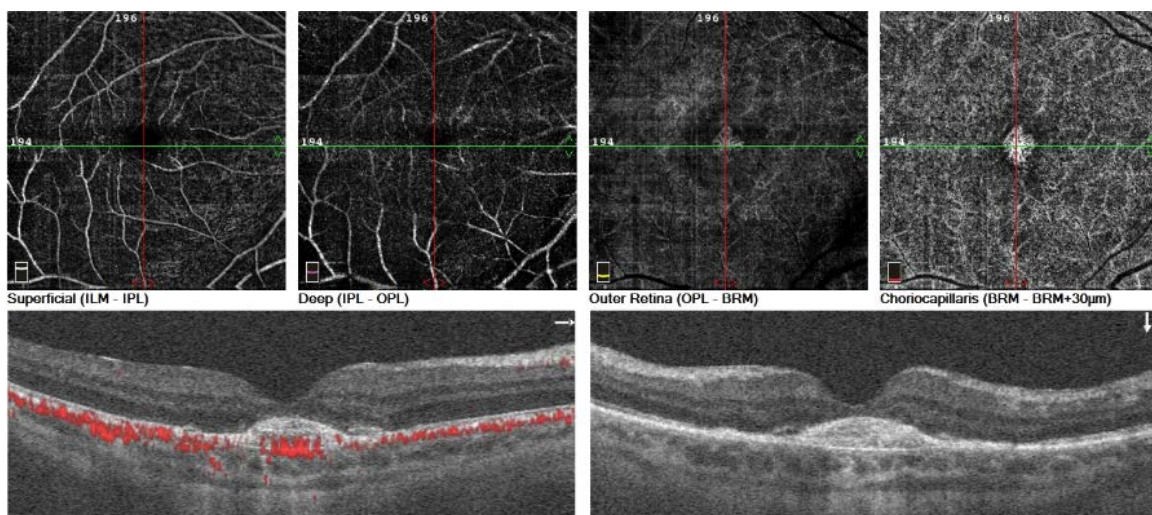


Figure IV.39 OCT control 11 du cinquième cas

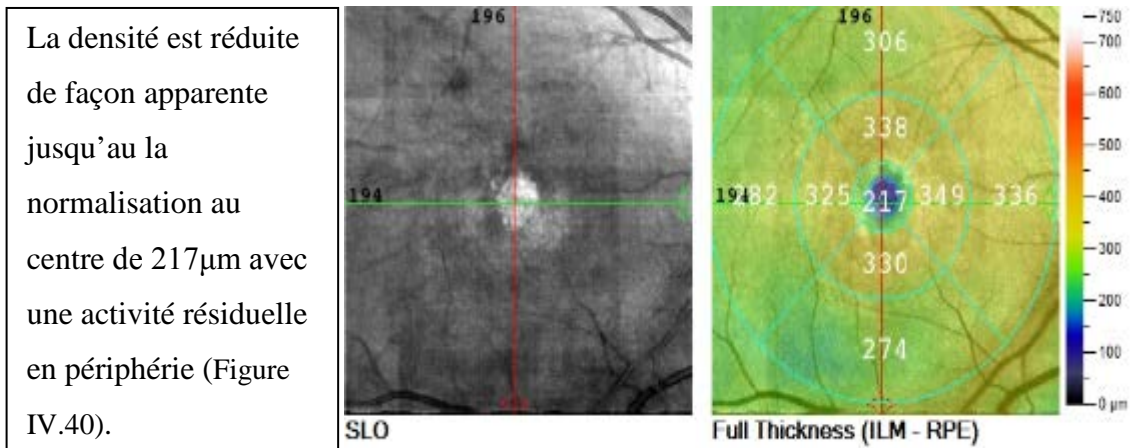
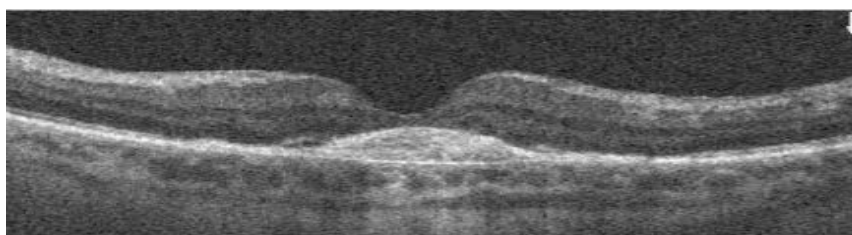
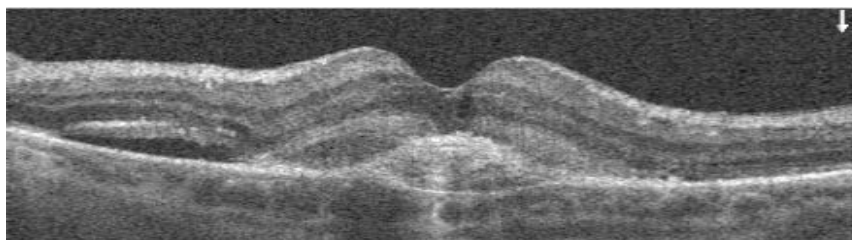
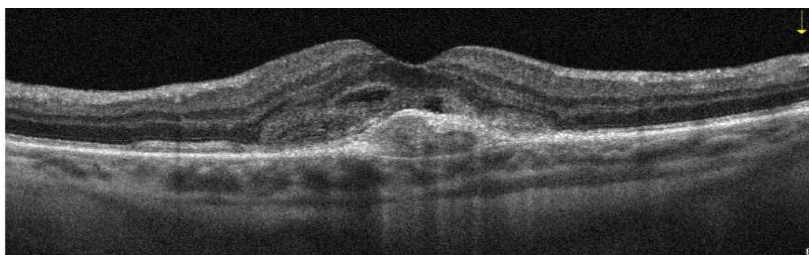


Figure IV.40 OCT control 12 du cinquième cas



-les coupes OCT verticales du control depuis l'initiale jusqu'a la recente:
 Néovaisseaux choroïdiens traités par anti VEGF remaniement vasculaires sous traitement anti angiographique mais absence de «normalisation» (Figure IV.41.42.43.44)

Figure IV.41.42.43.44. OCT control 13 du cinquième cas

-OCT Angiographie apparition progressive du squelette du néovaisseau séquellaire sous traitement avec une activation résiduelle en périphérie (Figure IV.45).

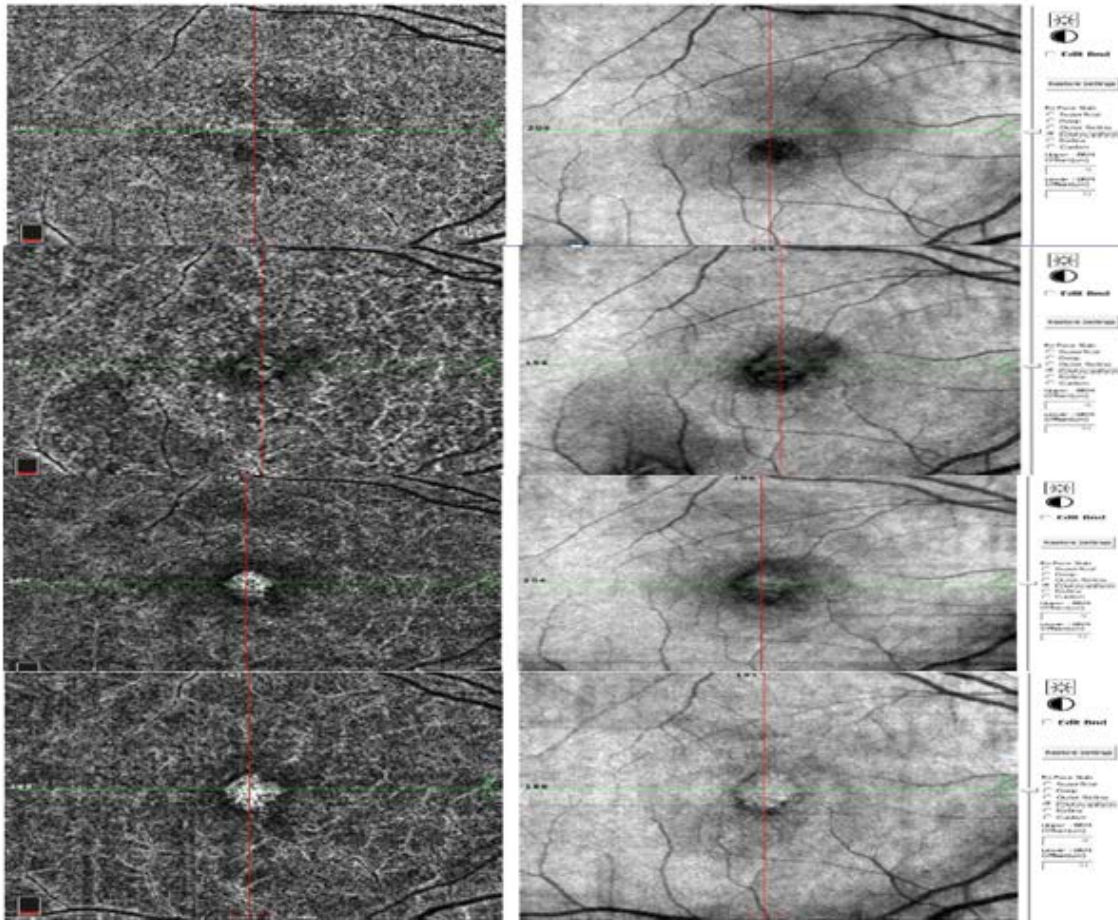


Figure IV.45. OCT control 14 du cinquième cas

VI.1. Conclusion du cinquième malade :

C'est DMLA compliquée d'une néovascularisation choroïdienne traitée par anti VEGF au cours du suivi.

DMLA compliquée d'une néovascularisation choroïdienne traitée par anti VEGF

VI.2. Discussion du 5ème malade :

L'OCT permet de suivre l'évolution ou l'involution de la maladie sur plan structurale et l'OCTA permet de déterminer et de suivre le caractère vasculaire de la lésion et montrer à chaque étape du traitement le degré d'activité du néovaisseau.

- Sur le plan des examens complémentaires :

- L'OCT Angiographie permet d'évaluer quantitativement et qualitativement l'évolution de la néovascularisation et guide les décisions thérapeutiques.
- L'OCT Angiographie permet de suivre l'évolution morphologique de la membrane néovasculaire au cours du traitement (taille du néovaisseau, densité, et flux).
- L'OCT Angiographie permet de monitorer la réponse thérapeutique en effectuant des mesures quantitatives des membranes néovasculaires (mesure du plus grand diamètre linéaire et la surface du néovaisseau).
- L'analyse des patients traités au long cours par anti VEGF montre une corrélation entre l'aspect mature des néovaisseaux et l'absence de développement d'atrophie.

VII. Le sixième cas :

Un homme de 76ans qui présente à OCT :

- **Description :**

Coupe verticale passant par la macula confirme l'existence de zone de soulèvement de l'épithélium pigmentaire hyperréfective en vert associées à un décollement séreux rétinien hyporéfectif en orange (Figure IV.46).



Figure IV.46. OCT coupe verticale du sixième cas

- **L'OCT Angiographie** montre un aspect très irrégulier de la choroïcapillaire cet aspect pourrait correspondre à une bonne visualisation de certains vaisseau choroïdiens (Figure IV.47).
- **L'OCT en face** correspondant montre bien le décollement de l'épithélium pigmentaire hypo réflectif (Figure IV.47).

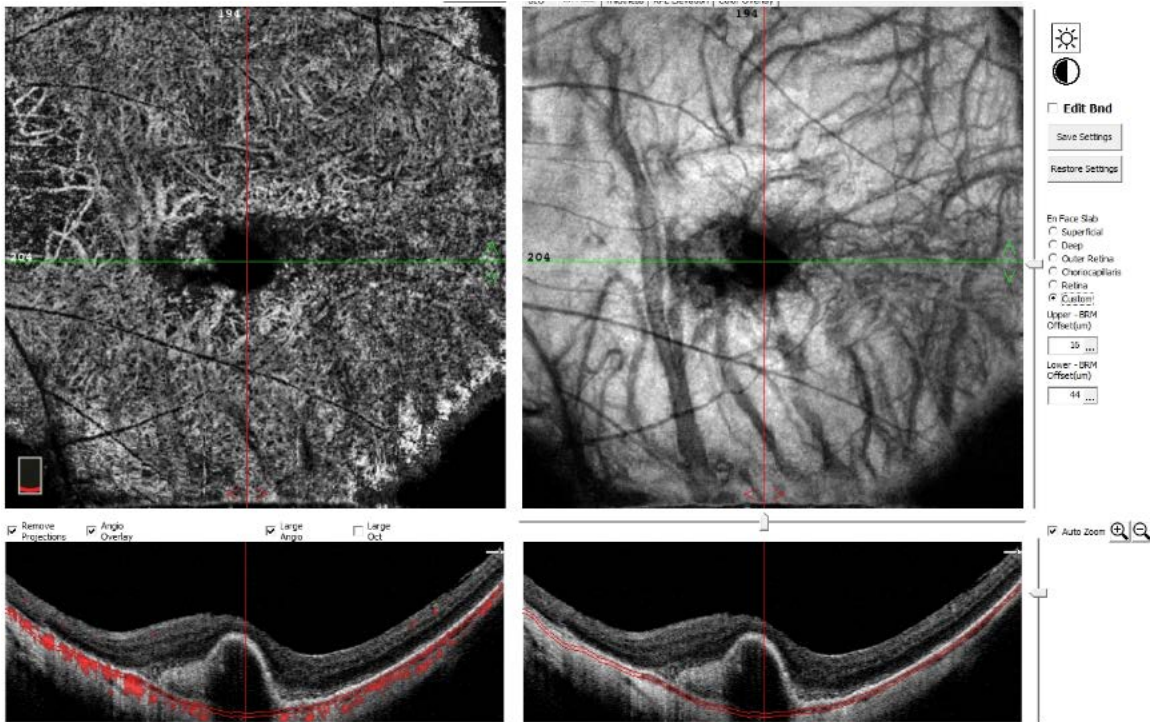


Figure IV.47. OCT Angiographie et en face du sixième cas

- **Ce plan décrit la densité du flux** les couches supérieures du choroïcapillaire montre le trou hypo réflectif néovasculaire et son contour hyperréflectif similaire à la réflectivité des gros vaisseaux qui le joindre en arcade anastomotique, la densité du néovaisseau est 70% au marron dans la zone central reflat son activité (Figure IV.48).

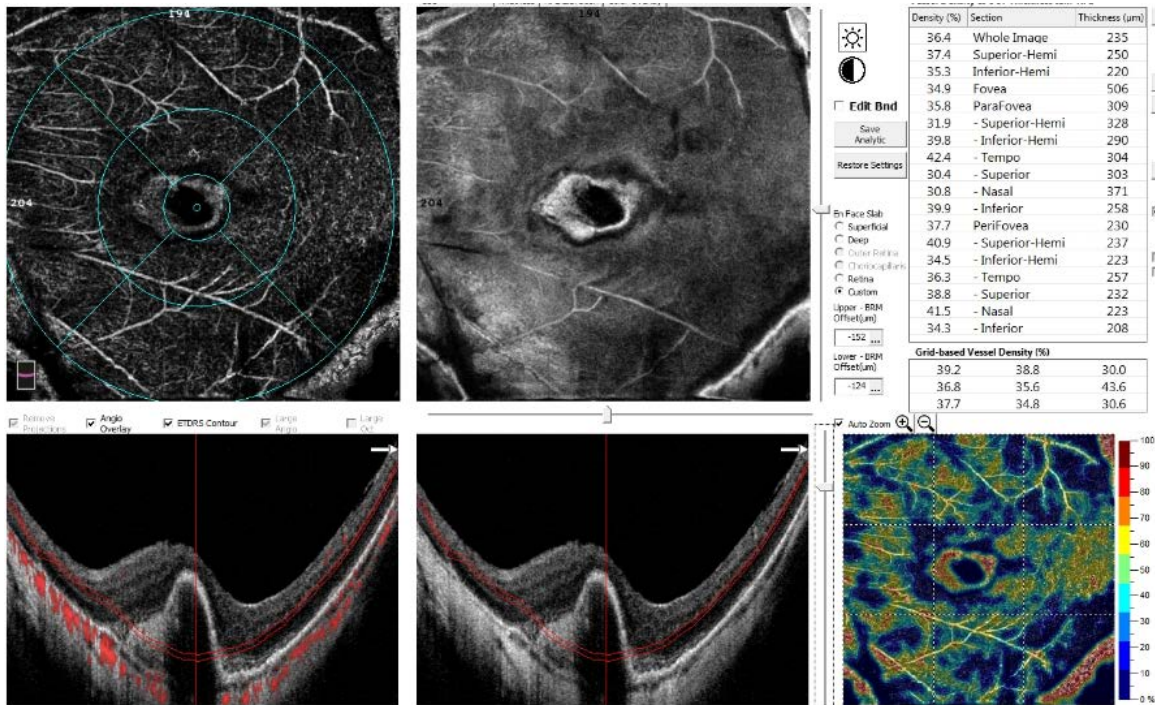


Figure IV.48. OCT Angiographie 2 du sixième cas

- Sur les différents plans apparaît lacis néovasculaire avec arcade anastomotique en superficiel. En choroicapillaire apparaît le décollement de l'épithélium pigmentaire en trou avec les gros vaisseaux de la choroïde (Figure IV.49).

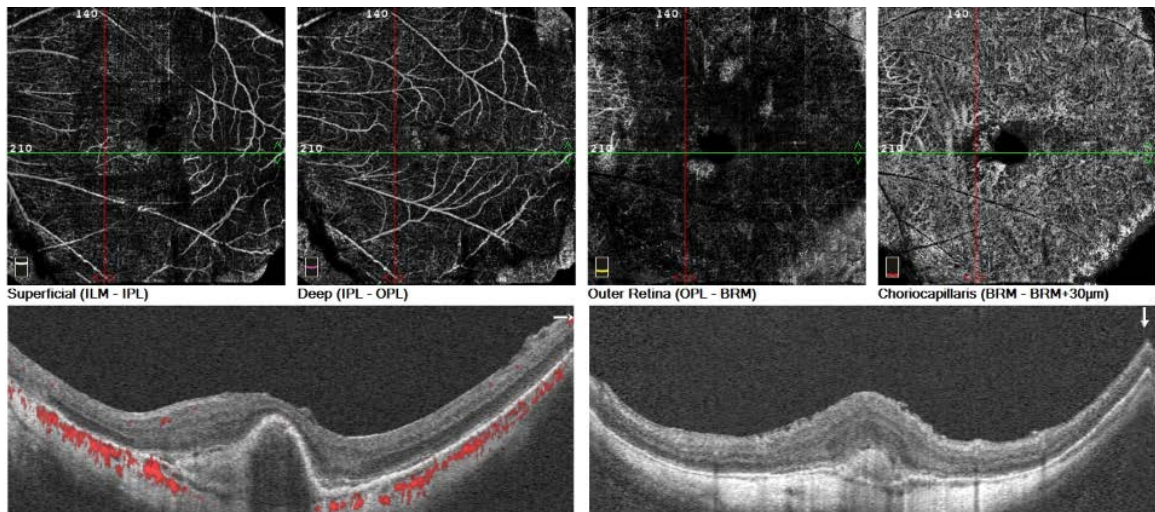


Figure IV.49. OCT Angiographie 3 du sixième cas

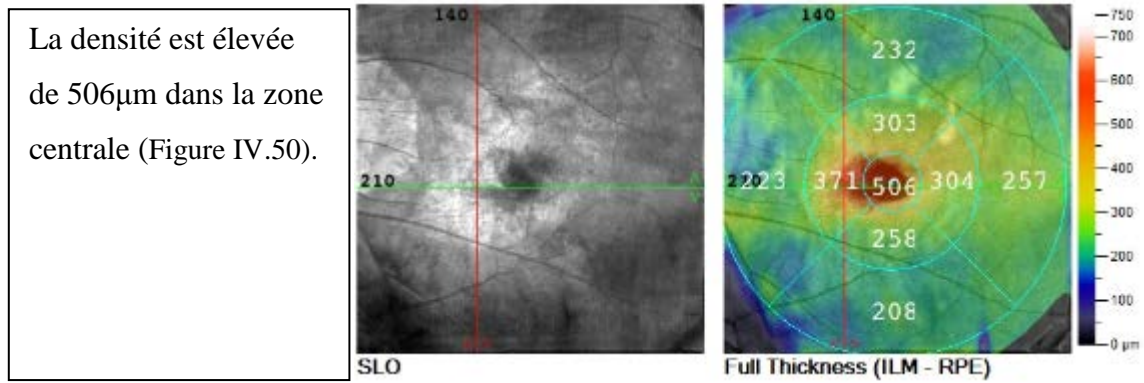


Figure IV.50. OCT Angiographie 4 du sixième cas

- En superficiel apparaît lacis néovasculaire en A, et dans l'OCT en face(B), apparaît l'apex du trou hyperréfléctif en zone centrale (Figure IV.51).

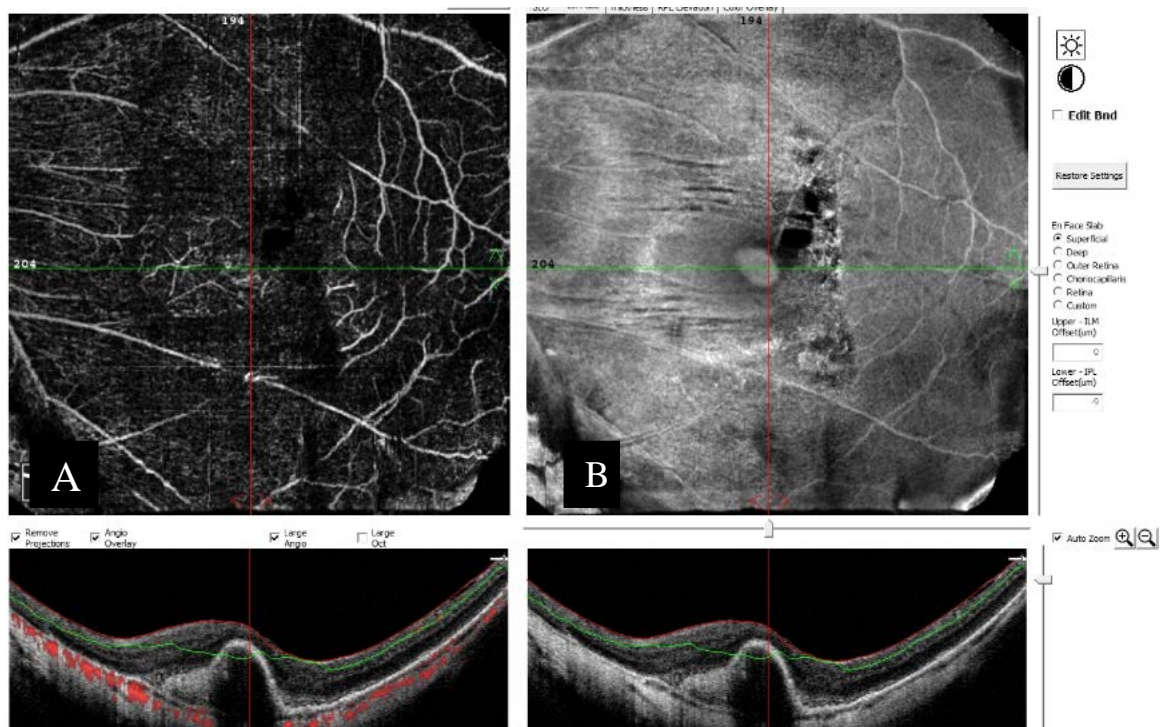


Figure IV.51. OCT Angiographie 5 du sixième cas

VII.1. Conclusion du 6ème malade :

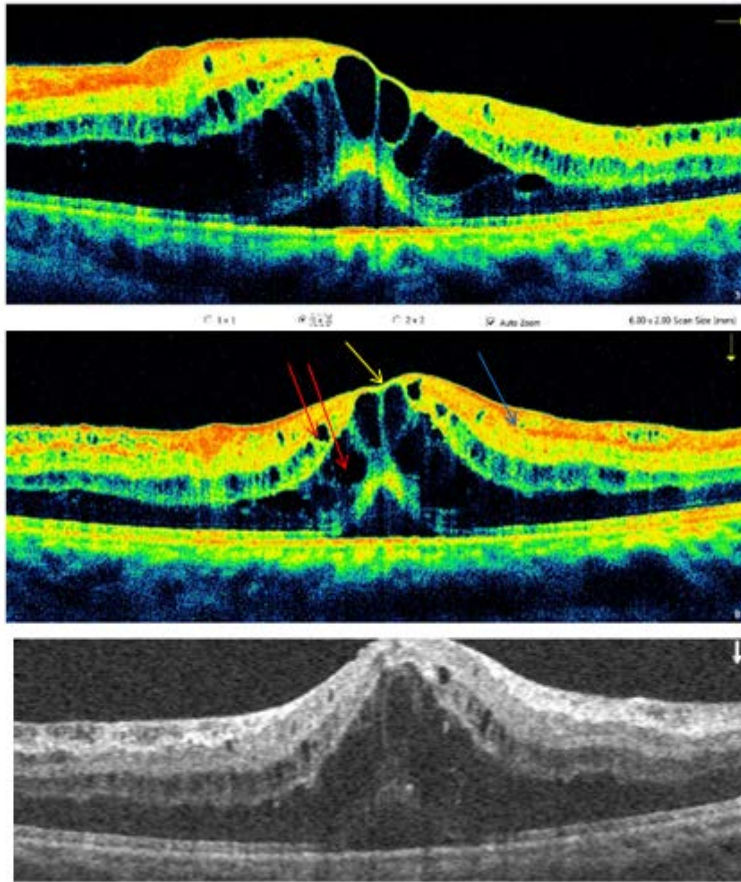
Il s'agit d'un chorioretinopathie séreuse centrale CRSC chronique ou épithéliopathie rétinienne diffuse.

 **choriorétinopathie séreuse centrale CRSC chronique****VII.2. Discussion du 6ème malade :**

- Dans les CRSC chronique, **l'OCT** montre la structure évocatrice telle qu'un soulèvement de l'épithélium pigmentaire hyperréfléctif associé à un décollement séreux rétinien hyporéfléctif.
- **l'OCT Angiographie** a permis de mettre en évidence des vaisseaux dans un nombre important de cas douteux d'exsudations chroniques. mais, l'image la plus souvent observée est celle d'une trop bonne visualisation d'une couche choriocapillaire inhomogène, avec vaisseaux «trop bien visible » ne devant pas être confondue avec des néovaisseaux choroïdiens. Donc, ici encore, le processus d'apprentissage de l'interprétation d'OCT Angiographie est en cours...
- **Sur le plan des examens complémentaires :**
 - L'OCT Angiographie identifie en cas des CRSC des zones sombres en regard du DSR (décollement séreux rétinien) et des anomalies de la vascularisation de la choroïde qui ne sont pas des néovaisseaux dans un tiers des cas.
 - Des patients analysés, l'OCT Angiographie permet de mieux identifier la présence d'une néovascularisation, fréquence sous estimée par l'imagerie traditionnelle.
 - L'OCT Angiographie parvient à identifier des néovaisseaux associés à des soulèvements irréguliers de l'épithélium pigmentaire.
 - Dans cette série la sensibilité et la spécificité de l'OCT Angiographie à détecter des néovaisseaux associés à une CRSC sont de 100%.

VIII. Le septième cas :

Homme de 30ans diabétique présente en OCT :



La coupe OCT verticale objective de multiples cavités kystiques intrarétiniennes au niveau des couches nucléaires externe et interne hyporéfléctifs en rouge ainsi qu'un décollement rétrofovéolaire en jaune. Et on note une hyperréfléctivité de la couche la plus interne en bleu (Figure IV.52.53.54).

Figure IV.52.53.54. OCT coupe verticale du septième cas

- **L'OCT Angiographie** A coupe passant par le réseau capillaire superficiel montre moins grand nombre de logettes cystoïdes hyporéfléctifs que sur l'OCT, B coupe passant par le réseau capillaire profond montre des logettes beaucoup plus marquées associées à une raréfaction capillaire. Il est à noter qu'il n'y pas de réseau capillaire à l'intérieure des logettes (Figure IV.55).

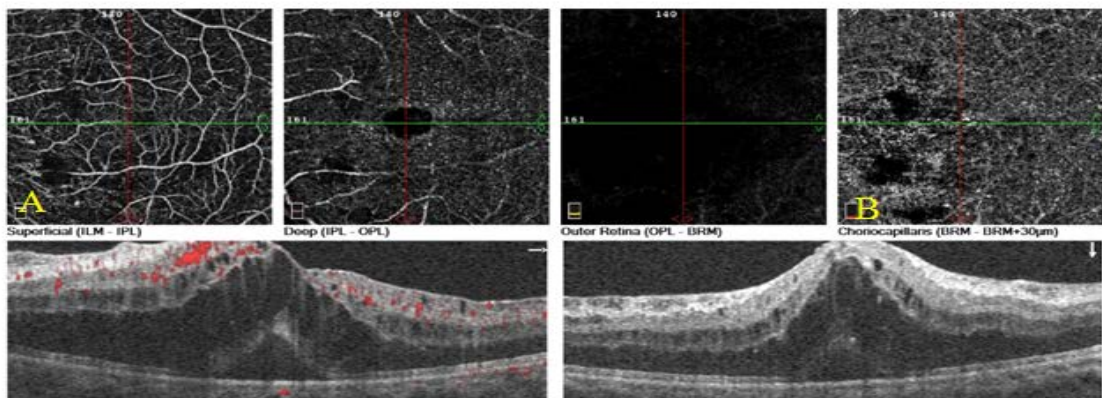


Figure IV.55. OCT angiographie du septième cas

- **L'OCT Angiographie** montre la densité de la couche la plus profond ou il n y pas une vascularisation en cartographie bleu 0% avec des points blancs représentent des exsudats hémorragiques de densité minime (Figure IV.56).

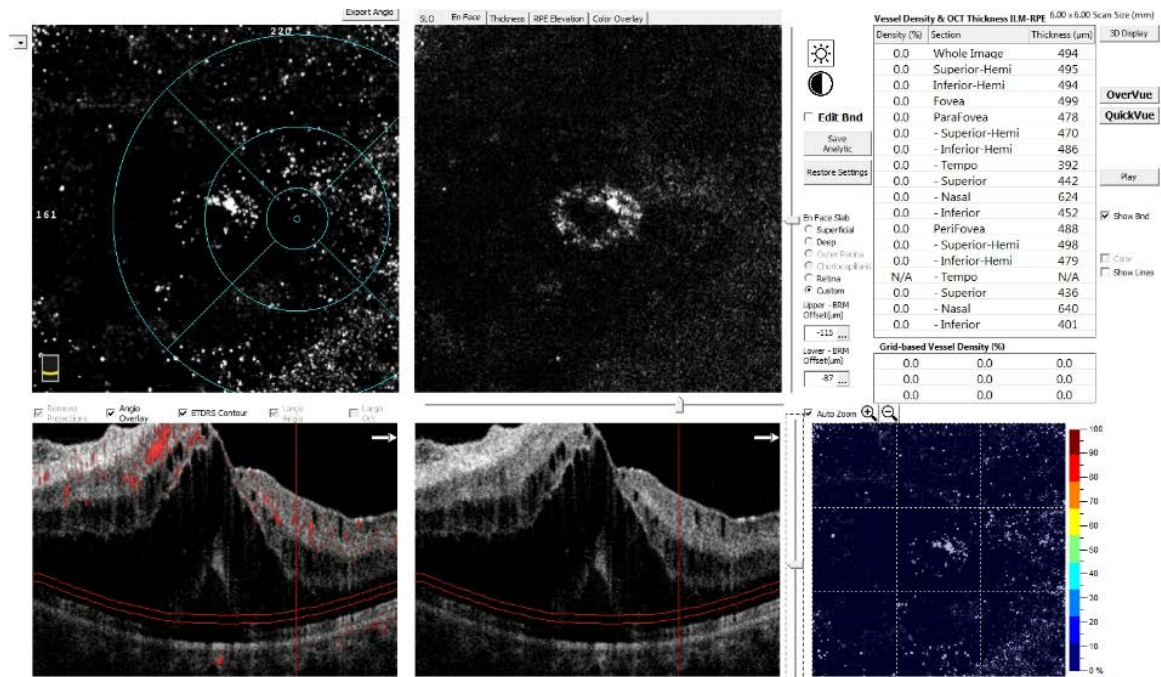


Figure IV.56. OCT angiographie2 du septième cas

VIII.1. Conclusion du septième malade :

Il s'agit un œdème maculaire diabétique en stade diffus.

 **œdème maculaire diabétique en stade diffus**

VIII.2. Discussion de septième cas :

L'OCT décrit la lésion sur le plan structurale ou elle montre des cavités kystiques intra-rétiniennes hyporéfectives diffuses ainsi qu'un décollement rétro-fovéolaire.

L'OCT Angiographie décrit les manifestations de la rétinopathie diabétique telle que les microanévrismes, zones de non perfusion et analyse des plexus superficiels et profonds.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

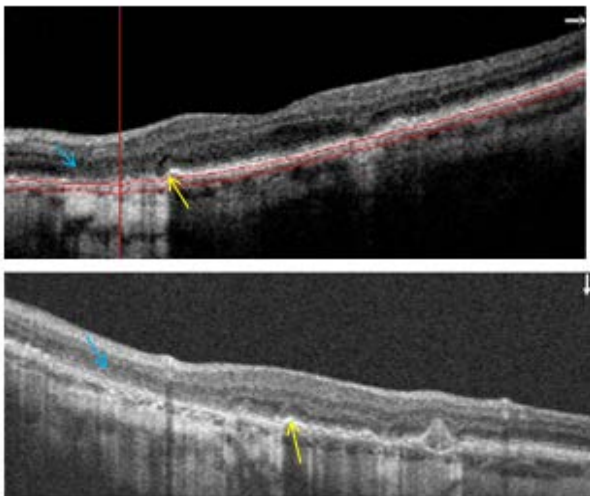
En cas d'œdème maculaire diabétique, les logettes cystoïdes peuvent être différenciées en OCTAngiographie des territoires de non perfusion capillaire.

La capacité à détecter des microanévrismes est plus faible en OCTAngiographie qu'en angiographie à la fluorescéine, mais la capacité à évaluer la non perfusion capillaire est plus élevée.

L'OCTAngiographie comparant à l'OCT n'apporte pas de grandes informations dans les rétinopathies diabétiques en œdème maculaire.

IX. Le huitième cas :

Homme de 84ans présente à OCT : **coupe verticale et horizontale**



Montre l'épargne maculaire avec le respect de toutes les couches rétinienne. On retrouve l'effondrement des couches externes de la rétine (flèche bleue) sur les bords de l'atrophie et l'interruption de la ligne de photorécepteurs et de la limitante externe (flèches jaunes) (Figure IV.57).

Figure IV.57. OCT coupe verticale et horizontale du huitième cas

-En raison de la disparition de l'épithélium pigmentaire, la réflectivité des tissus situés en arrière est augmentée. On remarque ici un amincissement majeur de la choroïde en regard de l'atrophie (Figure IV.58).

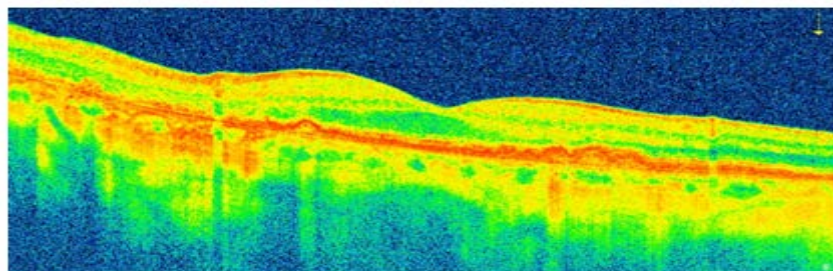


Figure IV.58. OCT coupe verticale du huitième cas

- **L'OCT Angiographie** coupe passant par choroïcapillaire, OCTAngiographie peut donner des images très trompeuse dans ce type cas. on observe au niveau des patch d'atrophie une bonne visualisation des réseaux vasculaires choroïdes cet aspect est également observé sur l'OCT en face B, l'ensemble ne doit pas être confondu avec une néovascularisation choroïdienne mais correspond à un effet fenêtre permettant une bonne visualisation des réseaux choroïdiens (Figure IV.59).

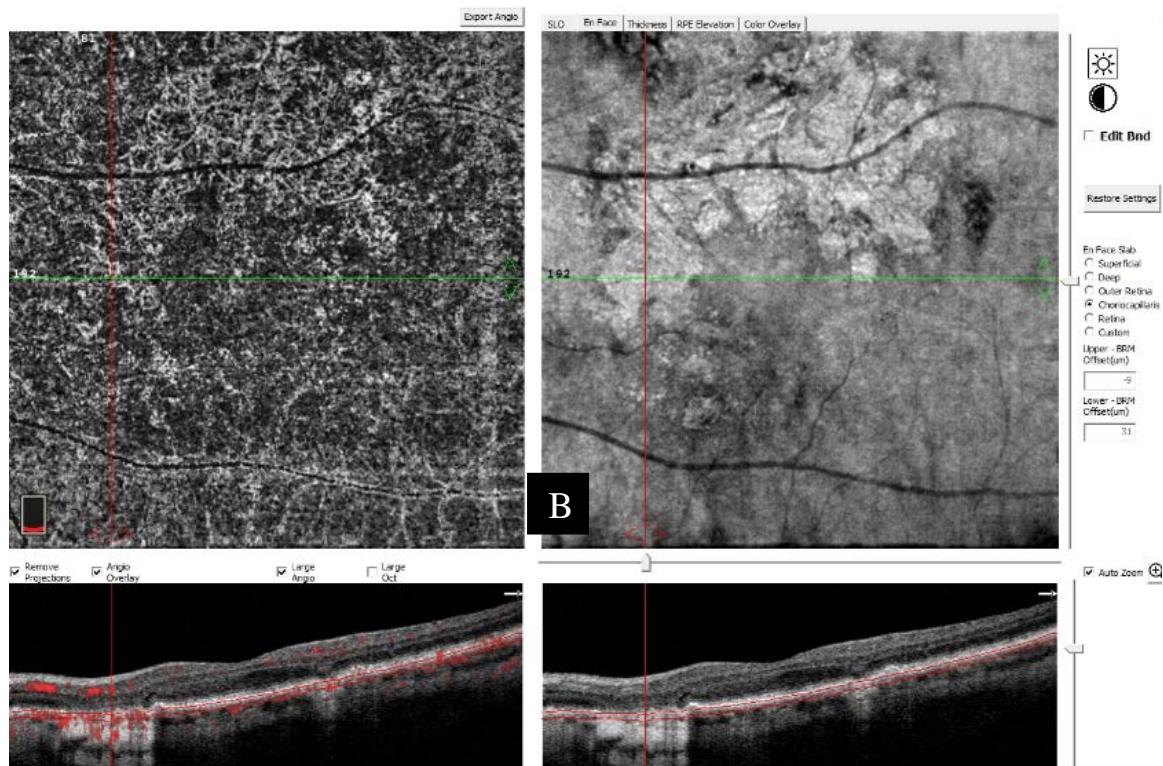


Figure IV.59. OCT angiographie du huitième cas

IX.1. Conclusion du huitième malade :

Il s'agit une DMLA atrophique dégénérescence maculaire liée à l'âge atrophique.

Dégénérescence maculaire liée à l'âge DMLA atrophique

IX.2. Discussion du huitième cas :

Les dégénérescences sont un groupe très hétérogène d'affection. Elles s'accompagnent cependant fréquemment à un stade de leur évolution d'une disparition localisée de

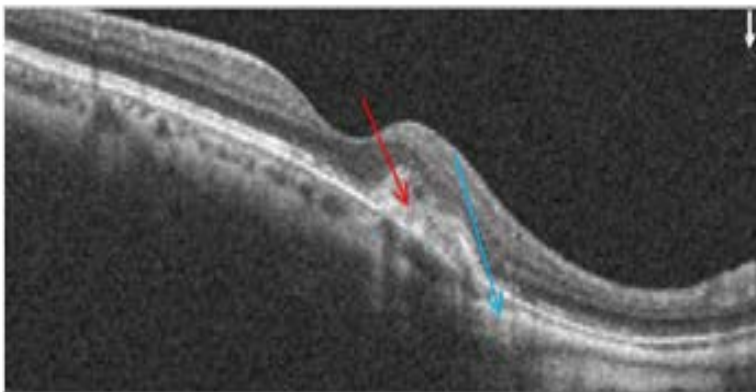
L'épithélium pigmentaire c'est-à-dire d'atrophie **en OCT** .les images présentées montrent les pièges possible de l'**OCT Angiographie** qui permet de visualiser des zones de choroïde (effet fenêtre angiographique) et de porter à tort des diagnostics de néovascularisation choroïdienne.

-Sur le plan des examens complémentaires :

Comparant OCT à l'OCTA donnant même aspect comparant les images d'OCTAngiographie avec l'imagerie conventionnelle de fond d'œil les rétino-graphies en couleur permettra un diagnostic précis des lésions d'atrophie.

X. Le neuvième cas :

Il s'agit femme de 41ans myope présente à **OCT coupe verticale**



Il existe une lésion hyperréfléctive pré-épithéliale rétro-fovéale en rouge. Notez l'amincissement choroïdien associé en bleu (Figure IV.60).

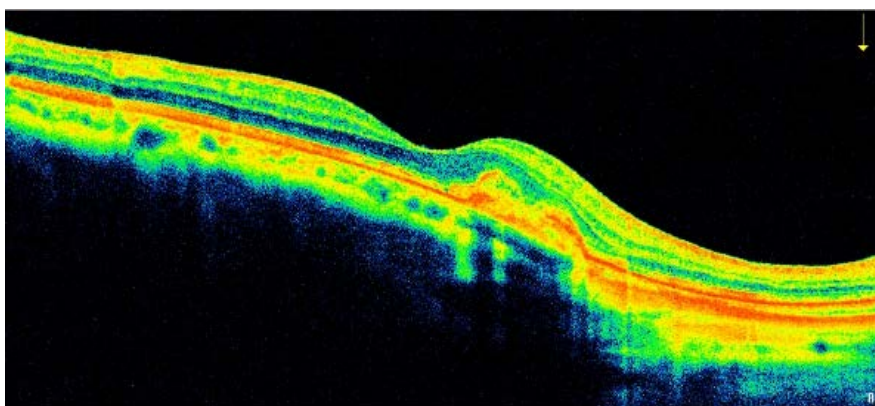


Figure IV.60. OCT coupe verticale du neuvième cas

- L'OCT Angiographie montre le lacis néovasculaire en une zone hyperréfléctive centrale dans l'épaisseur rétinien A et dans choriocapillaire B avec une activité vasculaire en rouge C (Figure IV.61).

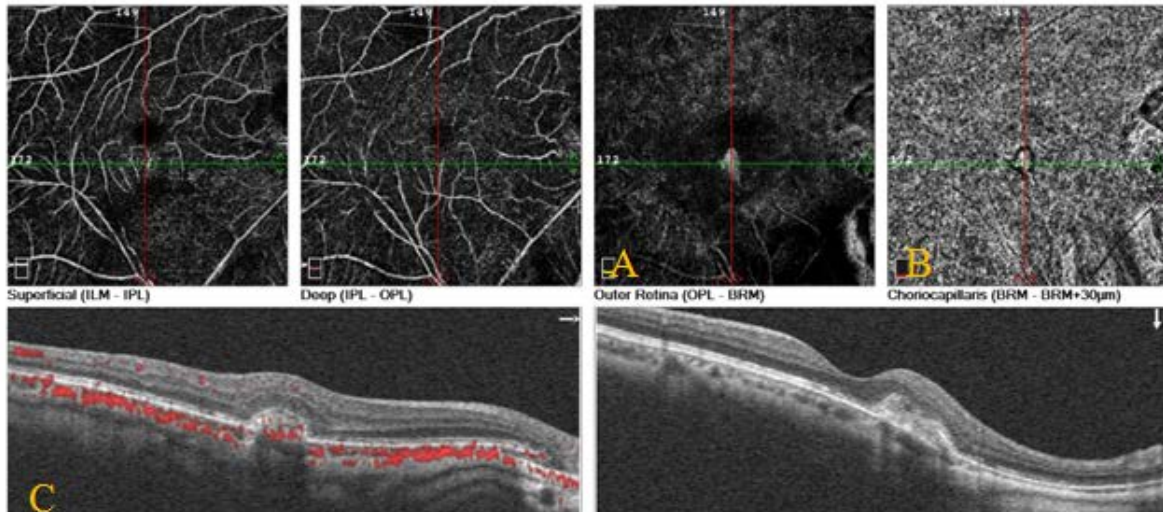


Figure IV.61. OCT angiographie du neuvième cas

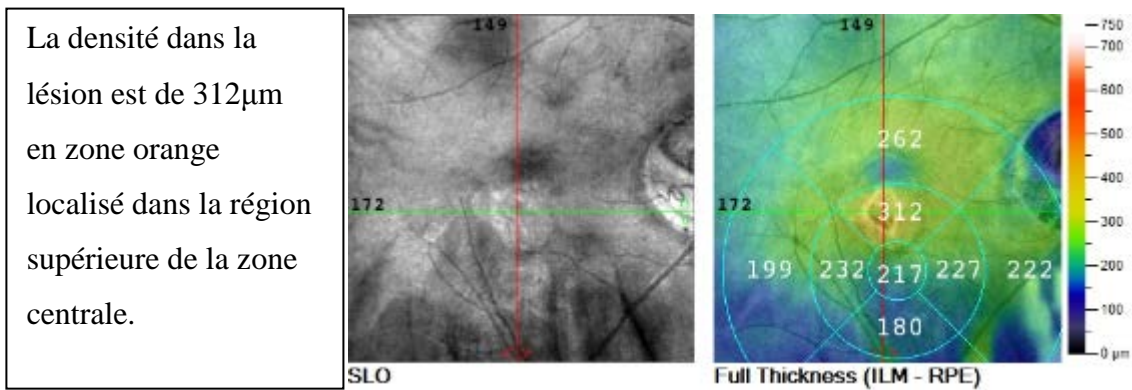


Figure IV.62. OCT angiographie2 du neuvième cas

- L'OCT Angiographie en choriocapillaire apparait le néovaisseau en zone circulaire hyperréfléctive (Figure IV.63).

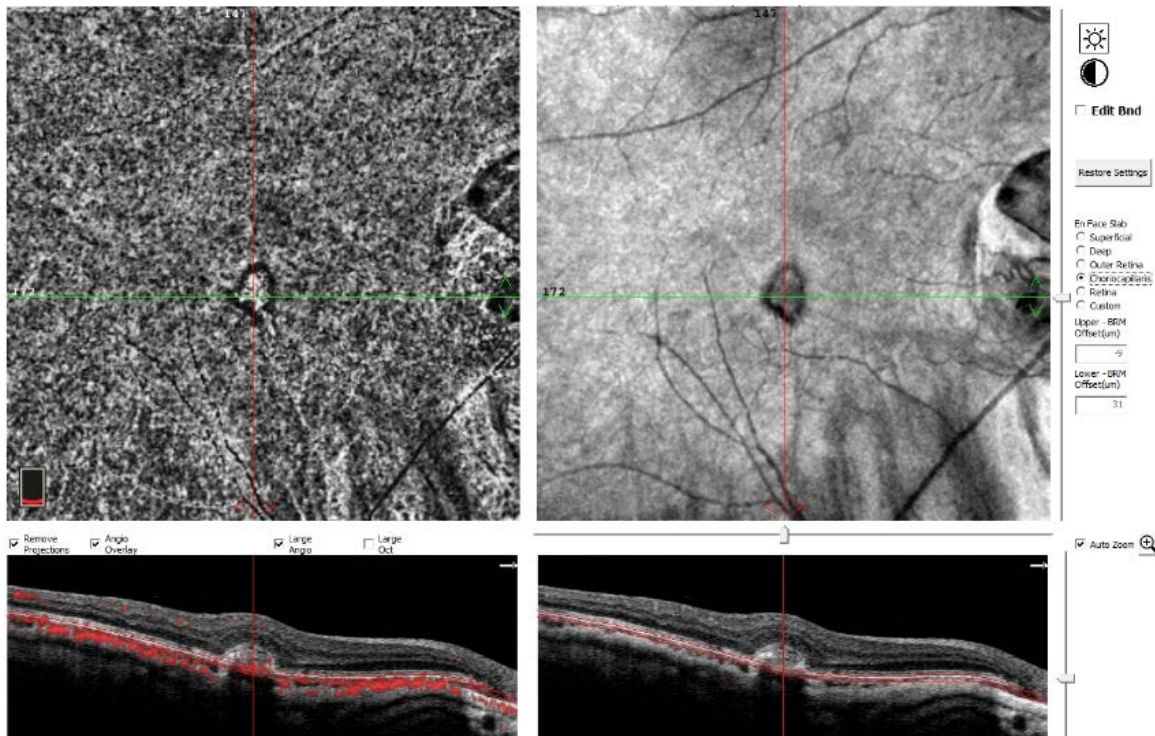


Figure IV.63. OCT angiographie3 du neuvième cas

- Après deux mois de traitement l’OCT coupe verticale

Il ya une régression de la zone hyperréfective en rouge avec toujours l’amincissement choroïdien associé en bleu (Figure IV.64.65).

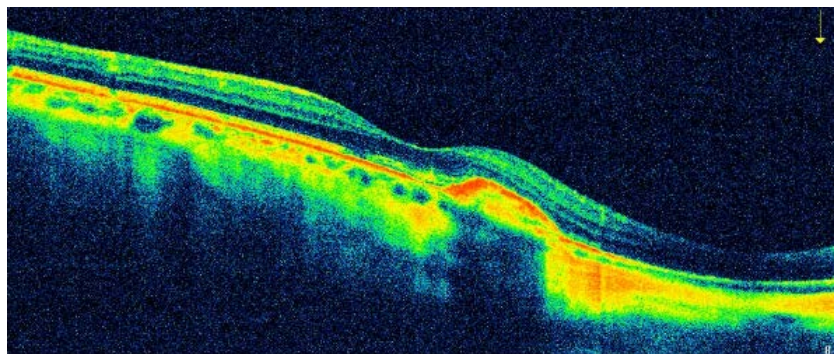
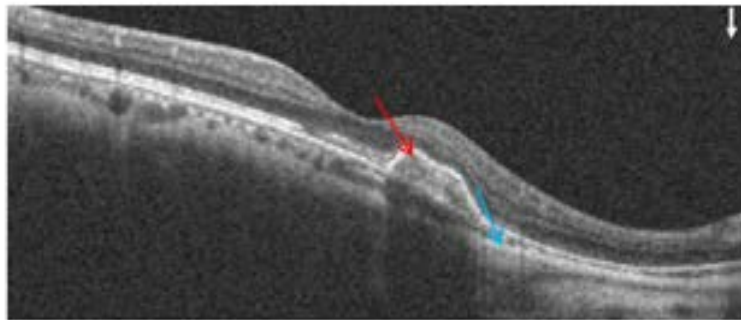


Figure IV.64.65 OCT control du neuvième cas

-L'OCTAngiographie montre néovaisseau n'a pas changé ni de forme A et B ni d'activité en C (Figure IV.66).

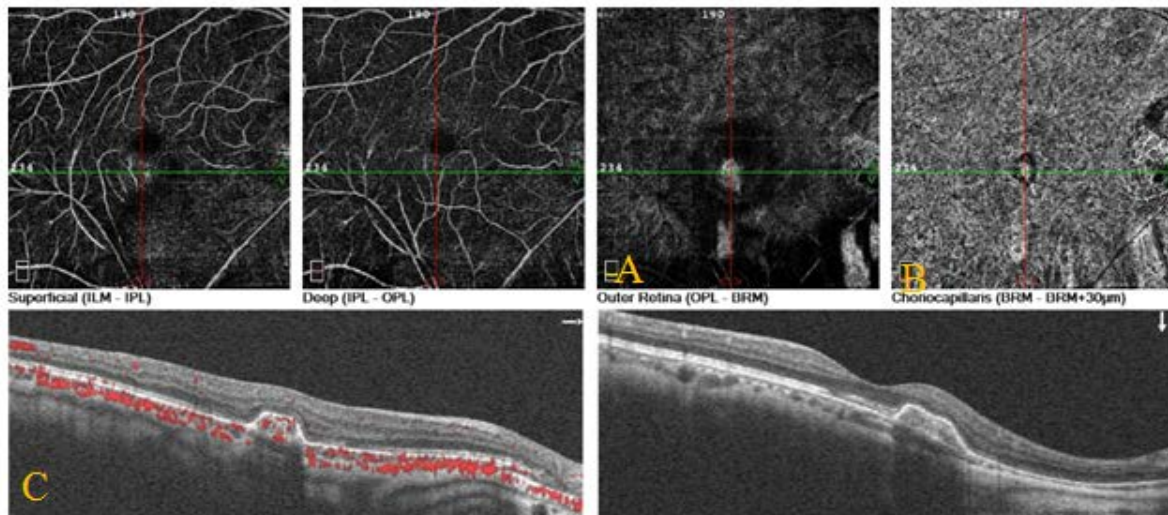


Figure IV.66. OCT control 2du neuvième cas

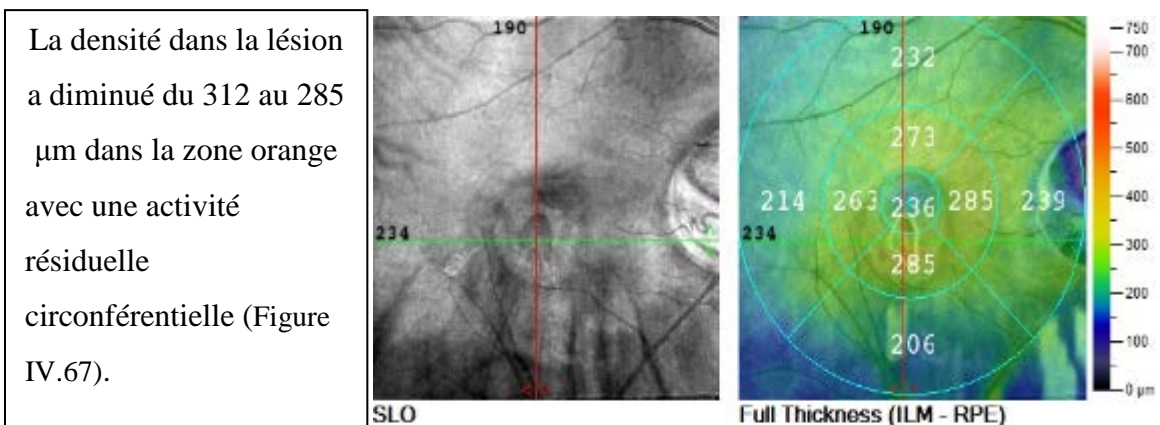


Figure IV.67. OCT control 3du neuvième cas

-L'OCTAngiographie en choriocapillaire en note une petite régression de zone hyperréfléctive centrale (Figure IV.68.).

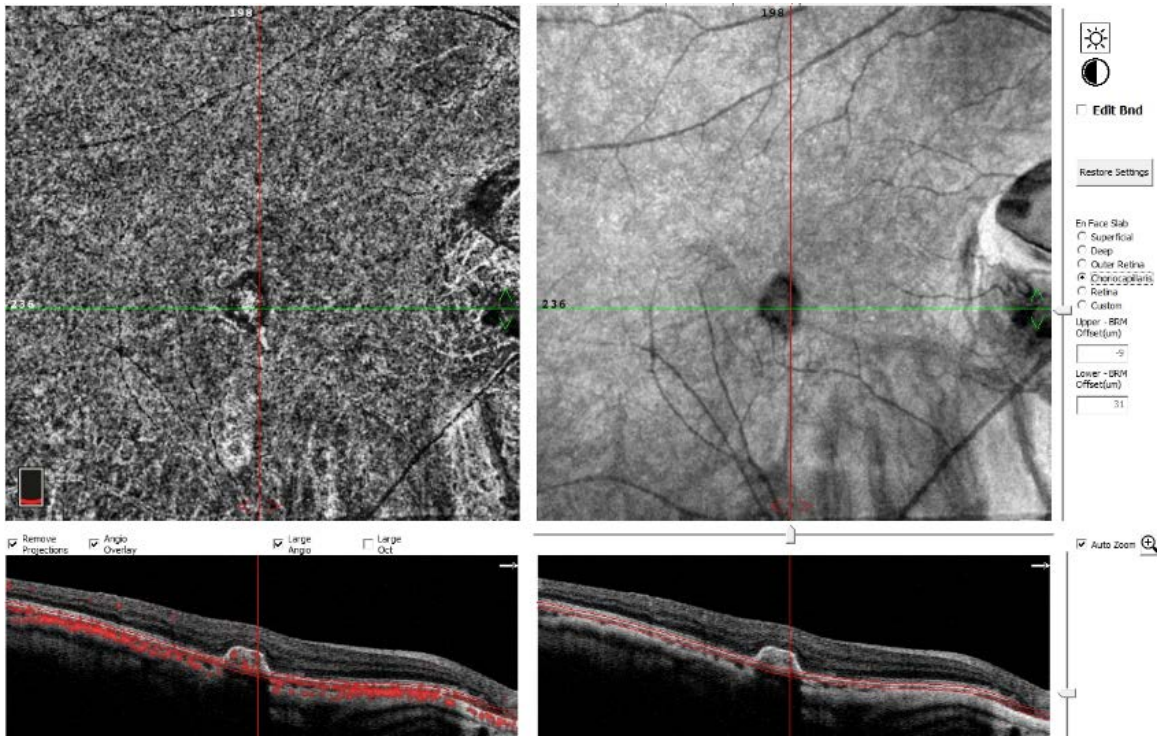
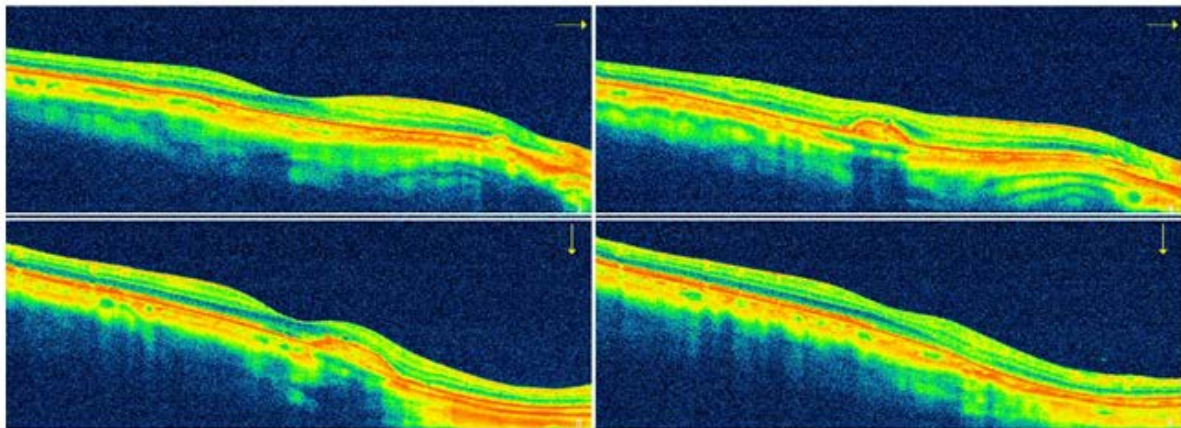


Figure IV.68. OCT control 4 du neuvième cas

- Après 09 mois de traitement



OCT coupe verticale pas de régression complète de la lésion avec toujours l'amincissement choroïdien associé (Figure IV.69.70.71.72.73).

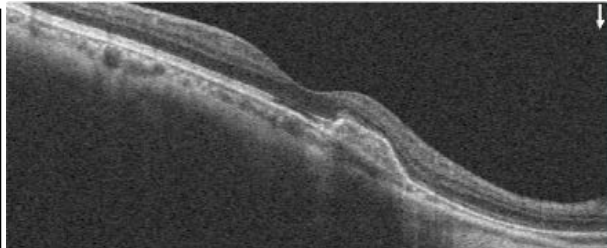


Figure IV.69.70.71.72.73. OCT control 5 du neuvième cas

-L'OCTAngiographie pas de régression de forme néovasculaire en Aet B avec diminution d'activité vasculaire en C (Figure IV.74).

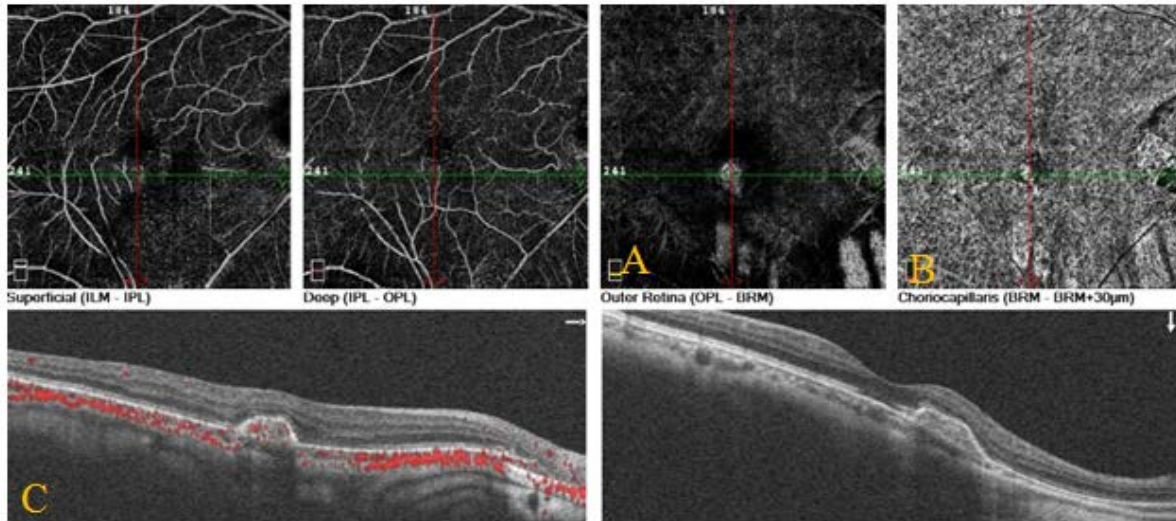


Figure IV.74. OCT control 6 du neuvième cas

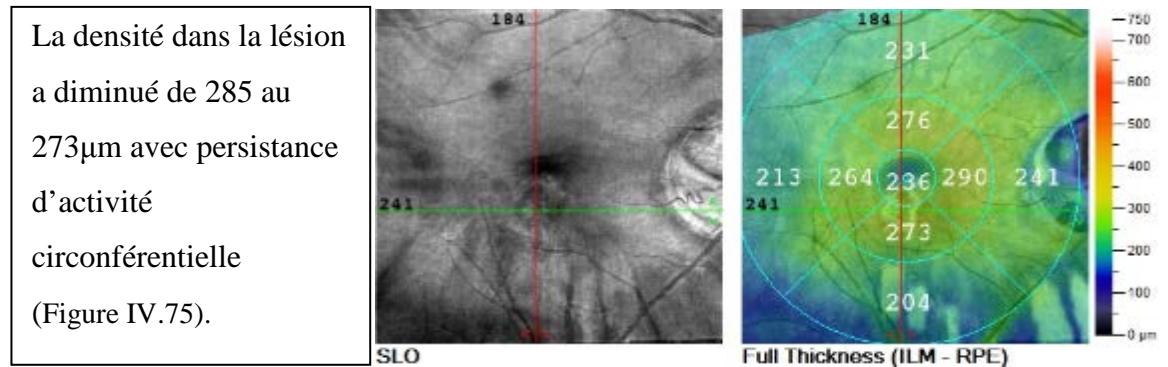


Figure IV.75. OCT control 7 du neuvième cas

-L'OCT Angiographie en choroicapillaire en note une petite régression de zone hypérréfective centrale (Figure IV.76).

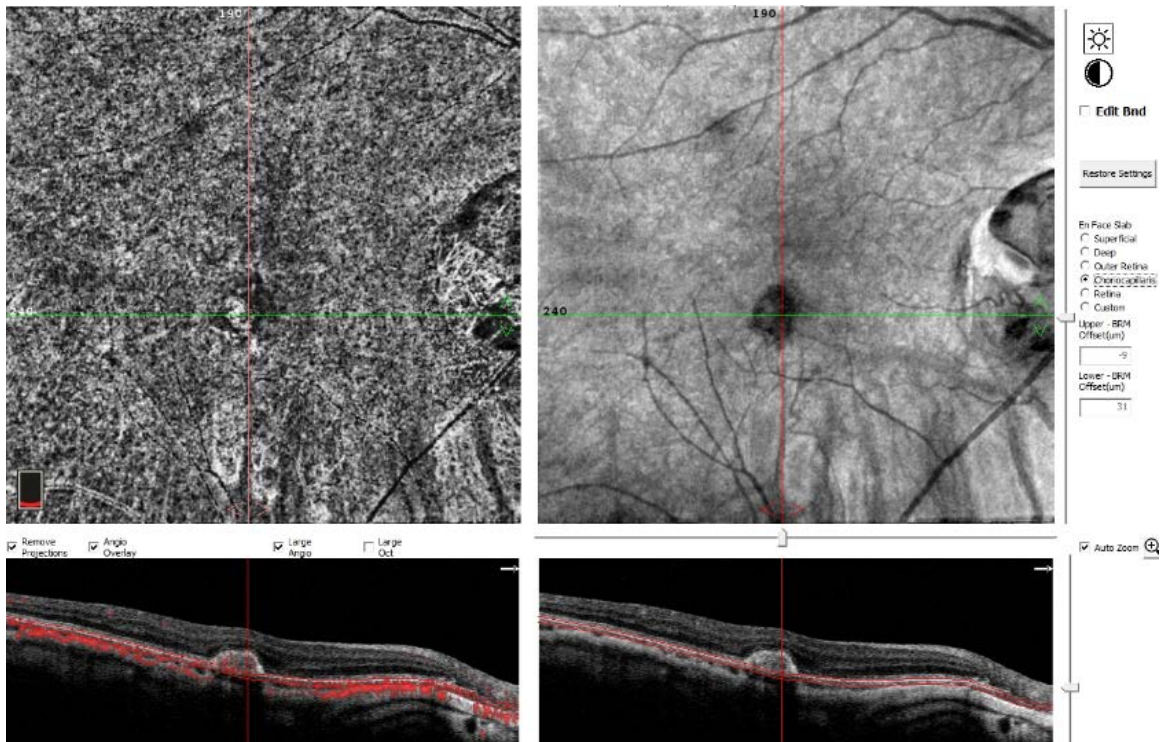


Figure IV.76. OCT control 8 du neuvième cas

-Sous traitement, l'OCT montre remaniement structurale de la lésion tel que la régression de l'épaississement hyperréfléctif avec toujours l'amincissement choroïdien associé (Figure IV.77.78.79).

-En OCTA la densité vasculaire est en diminution sous traitement (Figure IV.77.78.79).

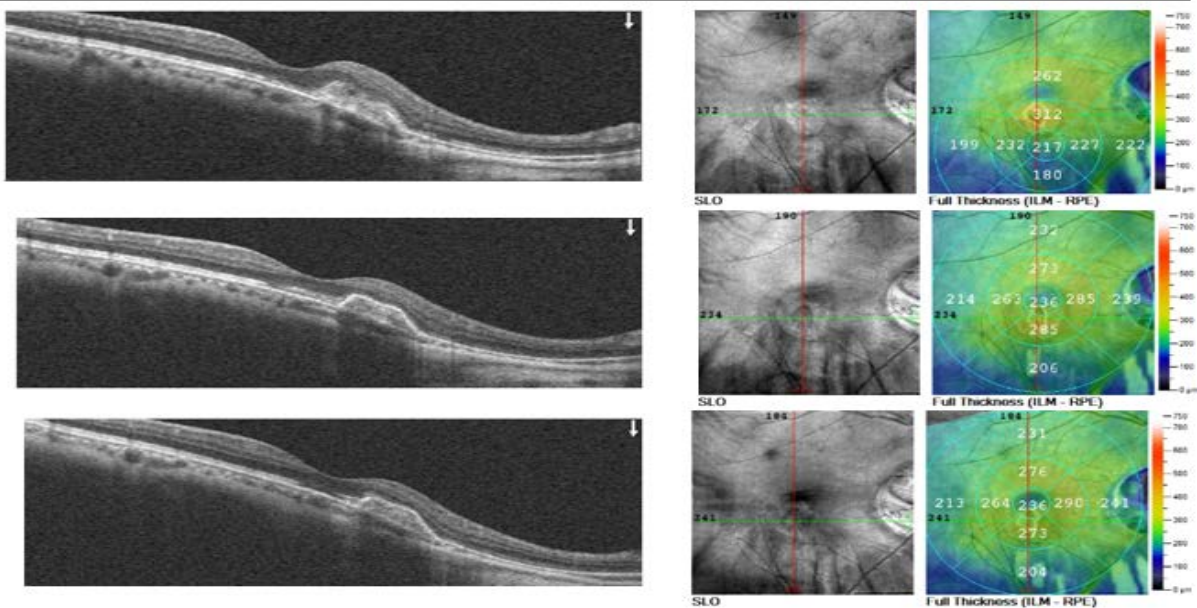


Figure IV.77.78.79. OCT control 9 du neuvième cas

-Schéma générale d'OCTA montrant la régression d'activité vasculaire lésionnelle en rouge(Figure IV.80).

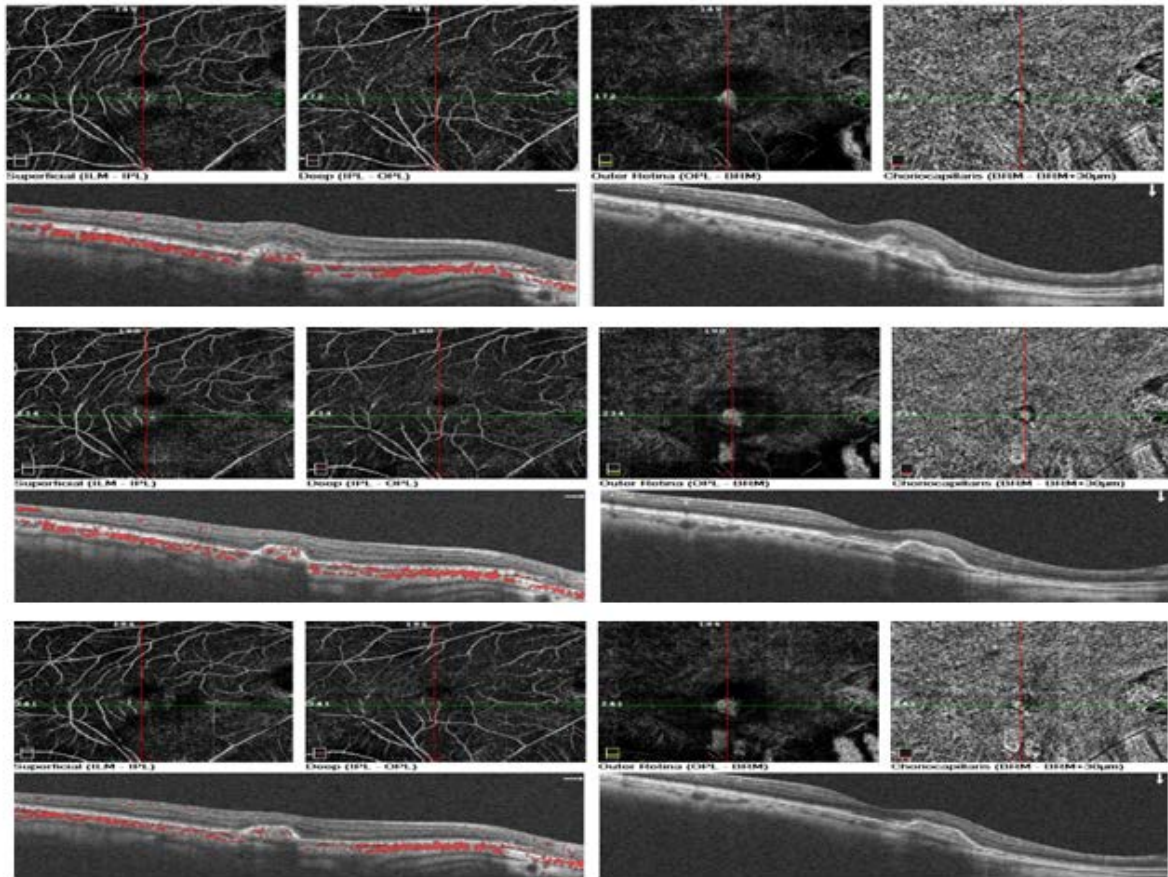


Figure IV.80. Schéma générale d'OCTA montrant la régression d'activité vasculaire control 10 du neuvième cas

X.1. Conclusion du neuvième malade :

Il s'agit d'un néovaisseau choroïdien de myopie fort au cours du traitement par des anti VEGF.

 **Néovascularisation choroïdiennes secondaire à la myopie forte au cours du traitement**

X.2. Discussion de neuvième cas :

L'OCT donne au cours de suivi les modifications structurales lésionnelles avec apparition ou disparition des exsudations adjacentes.

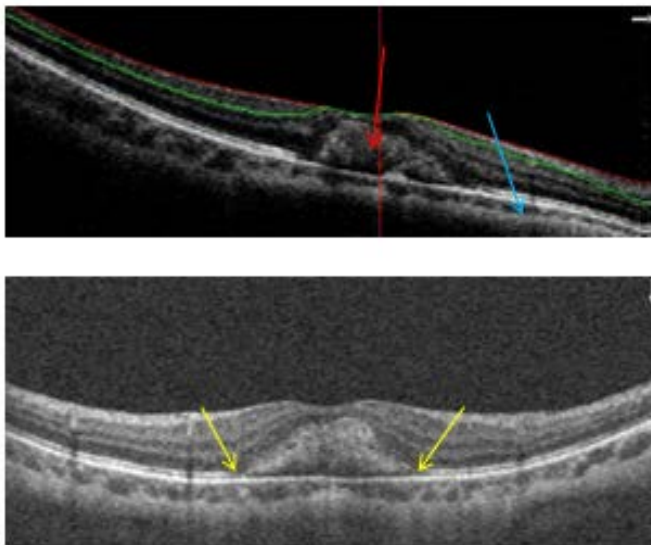
Néovaisseaux choroïdiens traités par anti-VEGF. au cours de suivi, l'OCT Angiographie permet d'évaluer quantitativement et qualitativement l'évolution de la néovascularisation morphologie de la membrane néovasculaire la taille de néovaisseau densité et flux et guide les décisions thérapeutiques.

- Sur le plan des examens complémentaires :

L'OCT Angiographie est un outil pour la détection des néovaisseaux compliquant la myopie forte mais nécessite d'être intégré au bilan d'imagerie conventionnelle (angiographie à la fluorescéine).

XI. Le dixième cas :

Il s'agit d'une femme 41 ans myope présente à OCT : **coupe horizontale et verticale**



Mis à part l'amincissement choroïdien en bleu, on ne note pas de solution de continuité clairement identifiable de la ligne hyperréfléctif en jaune. Les ruptures de la membrane de Bruch ne sont en effet pas visibles en OCT. Il existe une lésion cicatricielle sous-rétinienne juxta-fovéale en rouge (Figure IV.81.82).

Figure IV.81 OCT coupe horizontale et verticale du dixième cas

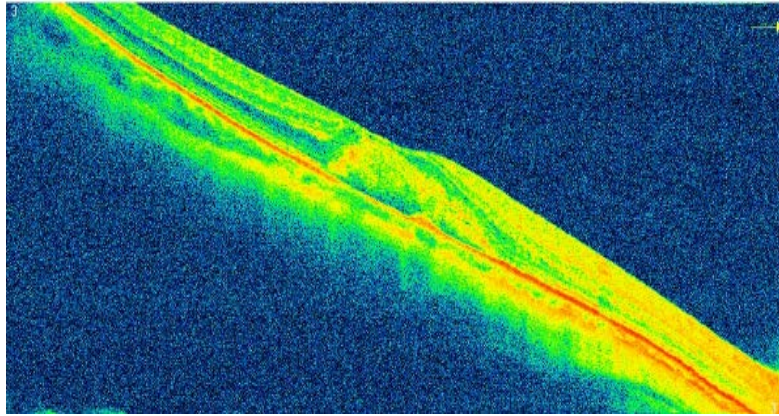


Figure IV.82 OCT coupe horizontale du dixième cas

-Les couches les plus postérieures sont mieux visibles, et on peut individualiser la couche de Haller, qui correspond aux gros vaisseaux choroïdiens, et la couche de Sattler qui correspond aux vaisseaux de taille moyenne. Pour ce cas on a un amincissement choroïdien des deux couches Sattler et Haller avec rupture de la jonction épithélium pigmentaire membrane de Bruck (Figure IV.83.84).

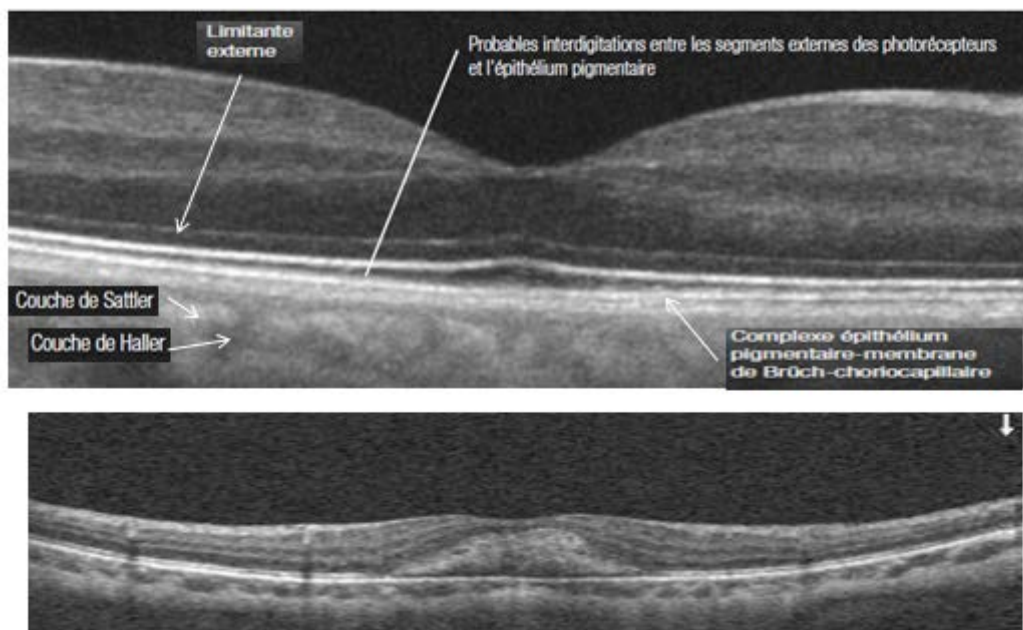


Figure IV.83.84. OCT coupe verticale montrant les couches Sattler et Haller du dixième cas

-Sur l'OCTAngiographie apparait le trou hyporéfectif de néovaisseau préexistant entre la couche plexiforme externe OPL et Bruck membrane BRM A et en choriocapillaire B Avec pas d'activité en rouge ni dans la lésion ni au niveau de la solution de continuité C (Figure IV.85).

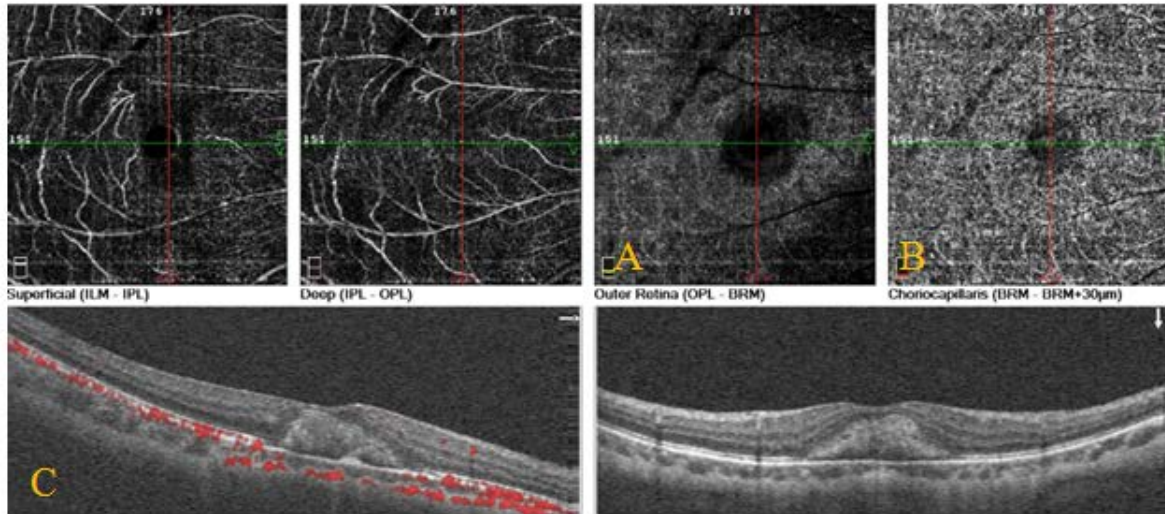


Figure IV.85. OCT Angiographie du dixième cas

La densité de flux est dans la limite de la normale 350µm (Figure IV.86).

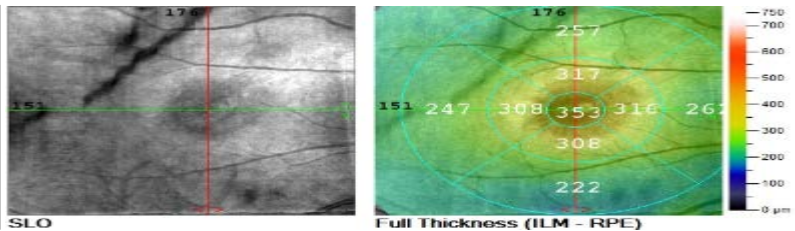


Figure IV.86. OCT Angiographie 2du dixième cas

-Sur l'OCTAngiographie en couche profonde apparait le lacis néovasculaire cicatricielle en zone hyperréfective centrale (Figure IV.87).

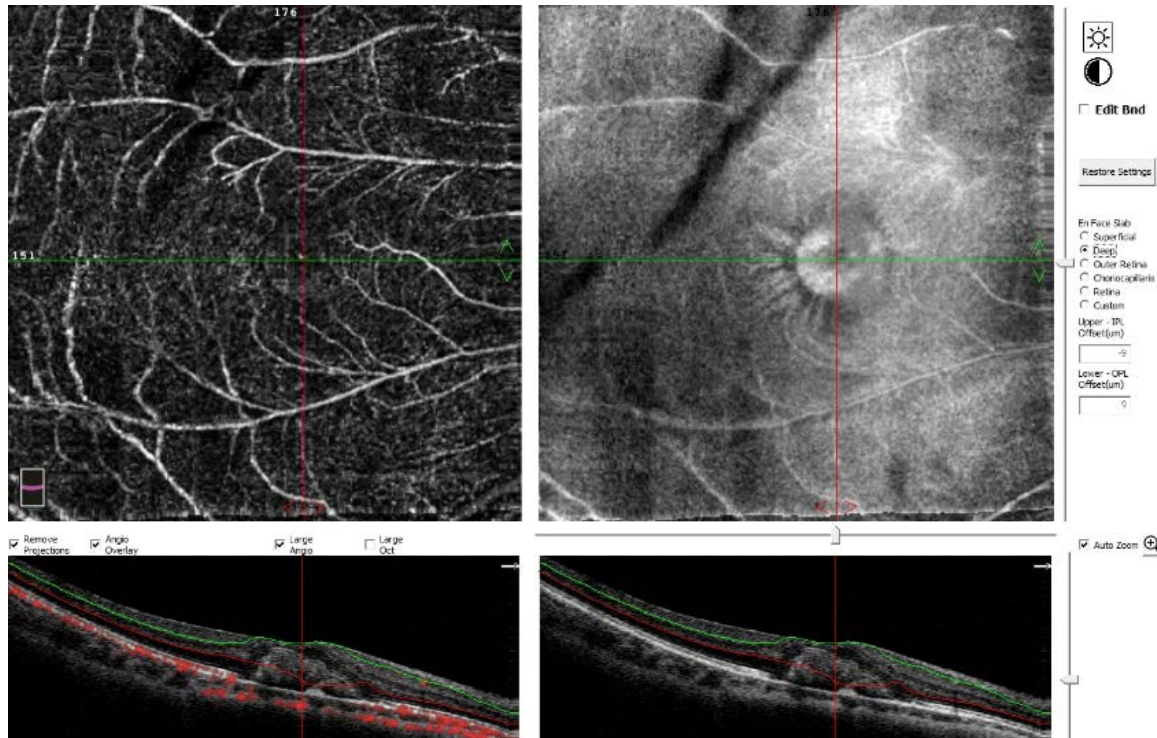


Figure IV.87. OCT Angiographie 3D du dixième cas

XI.1. Conclusion du dixième cas :

Il s'agit d'une néovascularisation cicatricielle de myopie forte avec rupture de membrane de Bruck

d'une néovascularisation cicatricielle de myopie forte avec rupture de membrane de Bruck

XI.2. Discussion du dixième cas

L'OCT en mode spectral domain ou swept source permet la localisation précise par rapport a la fovéa, permet un suivi morphologique de la lésion, apparition d'une exsudation associée ou rupture de membrane choriocapillaire évocateur.

L'OCT-angiographie (OCT-A) constitue une avancée majeure pour le suivi des patients avec néovaisseau myopique, permet une détection des néovaisseaux myopiques actuellement

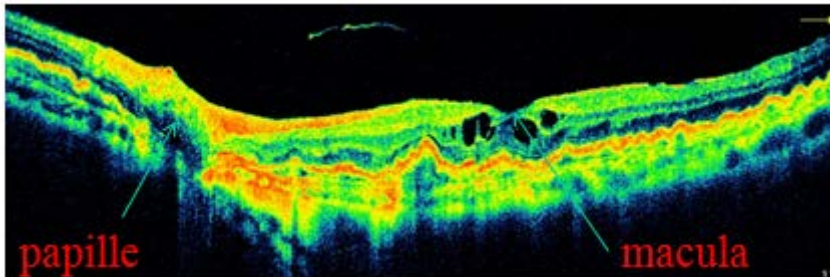
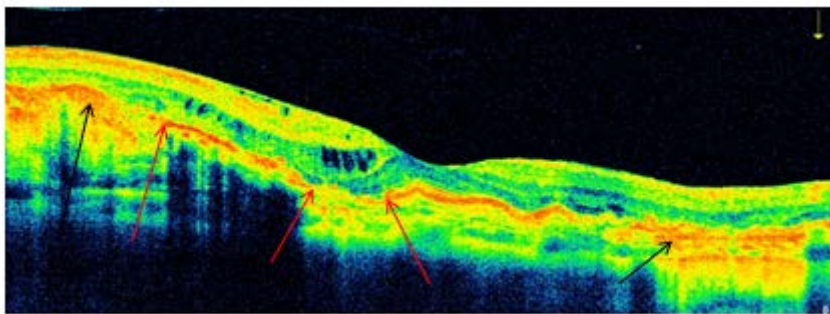
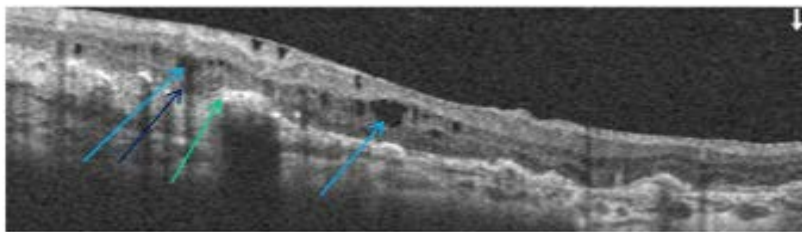
dans environ 90 % des cas sous la forme d'un lacis classiquement de petite taille. Donne des informations sur son caractère actif ou non et une surveillance précise au cours du traitement.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

Néovaisseaux traités par anti-VEGF, l'OCTAngiographie montre un remaniement vasculaire sous traitement antiangiogénique mais absence de «normalisation».

XII. Le onzième cas :

Il s'agit d'une femme 56ans diabétique présent à OCT :



Des irrégularités de la ligne hyperreflective de l'épithélium pigmentaire avec des soulèvements (↗)
 On note des logettes hyporéfectives éparpillées dans l'épaisseur rétinien(↖) avec effet d'atténuation postérieur (↘)
 On décrit des solutions de continuité de l'épithélium pigmentaire (↗) avec hyperréfectivité des zones en regard(↖)(Figure IV.88.89).

Le Raster donne toute la longueur du macula jusqu'au la papille (**Figure IV.90**).

Figure IV.88.89.90. OCT coupe verticale et horizontale(le Raster) du onzième cas

-Sur l'OCTAngiographie apparait dans les différents couches des logettes hyporéfléctives dans toute les cartographies du superficiel jusqu'au choriocapillaires Il est à noter qu'il n'y a pas de réseau capillaire à l'intérieur des logettes (Figure IV. 91)

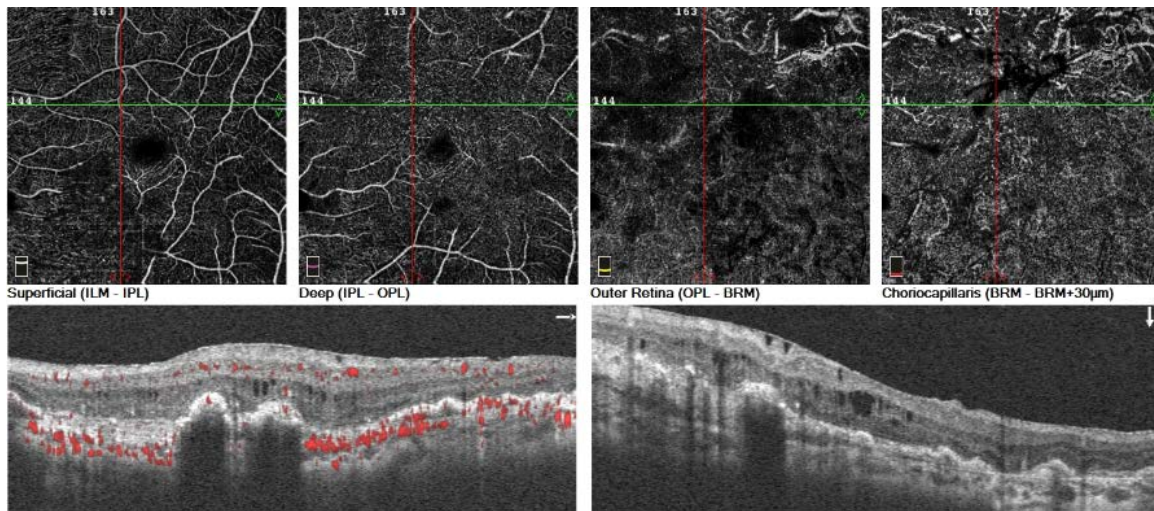


Figure IV. 91. OCT angiographie du onzième cas

La densité est plus marquée dans les zones centrales épargnant les logettes (Figure IV. 92).

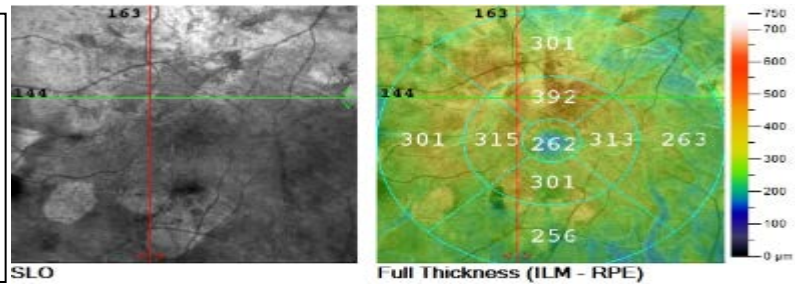


Figure IV. 92. OCT angiographie 2 du onzième cas

-En choriocapillaire apparait les gros vaisseaux choroïdiens dans les zones hyéréfléctives en regard de discontinuité de l'épithélium pigmentaire A avec des logettes hyporéfléctives dépourvus de vascularisationB (Figure IV. 93).

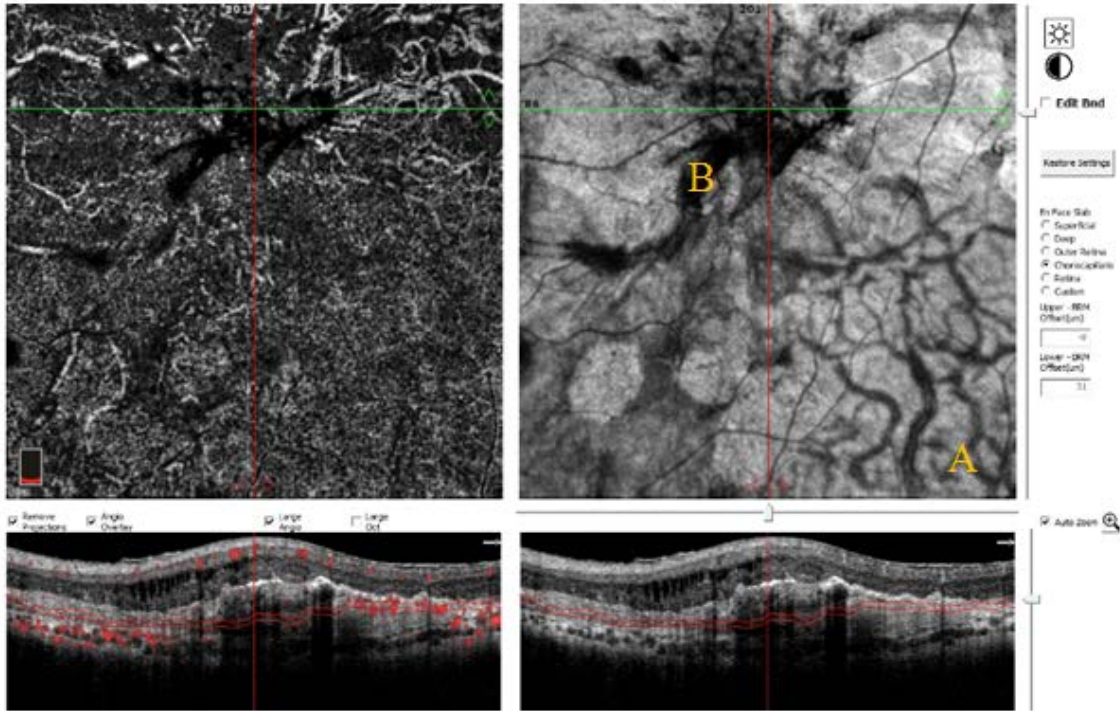


Figure IV. 93. OCT angiographie 3du onzième cas

-En choriocapillaire profond apparaît les gros vaisseaux choroïdiens dans les zones hyperreflectives en regard de discontinuité de l'épithélium pigmentaire A avec des logettes hyporéfléctives dépourvus de vascularisation B (Figure IV. 94).

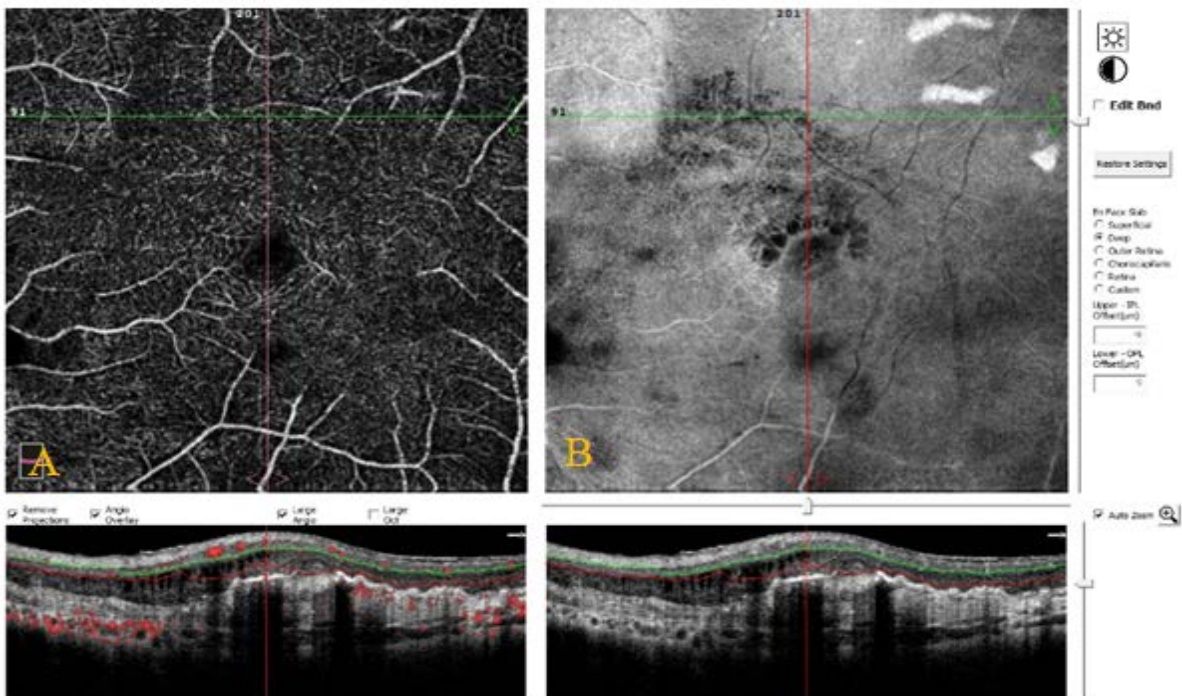


Figure IV. 94. OCT angiographie 4du onzième cas

-L'OCT en face B réalise un aspect « pétaloïde » typique de l'œdème maculaire cystoïde. En A moins d'irrégularité de réseau vasculaire qu'au niveau de la couche choriocapillaire (Figure IV.95).



Figure IV.95. OCT angiographie 5 du onzième cas

XII.1. Conclusion du onzième malade :

Il s'agit de deux maladie qui coexistent DMLA atrophique et l'œdème maculaire diabétique.



Coexistence de DMLA atrophique et l'œdème maculaire diabétique.

XII.2. Discussion du onzième cas :

La coupe OCT objective de multiples cavités kystiques intra-rétiniennes au niveau des différentes couches rétiniennes ainsi qu'un décollement rétro-fovéolaire → diabète.

La coupe OCT (horizontale) montre un amincissement de la rétine avec une disparition des couches externes, ainsi qu'une disparition de l'épithélium pigmentaire et une réflectivité augmentée des tissus postérieurs (choroïde et sclère). L'ensemble → est typique d'une atrophie centrale.

Depuis le développement de l'OCT Angiographie, l'attention s'est portée sur le réseau capillaire rétinien profond, on avait en effet un peu oublié qu'il existait dans la mesure ou ce réseau n'était pas visualisé par l'angiographie à la fluorescéine. les anomalies observées au niveau de ce réseau sont au premier plan dans la survenue des œdèmes maculaires cystoïdes compliquant la maculopathie diabétique qui persistent après traitement expliquant les

récidives.

- **Sur le plan des examens complémentaires :**

Sur le plan d'atrophie, l'OCTAngiographie peut porter à tort le diagnostic d'une néovascularisation choroïdienne qui permet de visualiser de façon trop importante la vascularisation des zones de la choroïde dépourvue de l'épithélium pigmentaire à un stade dans l'évolution de la dégénérescence maculaire atrophique.

XIII. Discussion générale:

Dans notre travail, l'OCT permet une description de la structure avec une bonne résolution et temps d'acquisition rapide pour diagnostiquer et de suivre les pathologies rétiniennes (myopie, rétinopathie diabétique, maladie génétique de Stragardt, CRSC, DMLA), et décrire les remaniements associés au cours de traitement.

Pour l'OCTA, c'est la détermination du réseau vasculaire rétinien sans avoir injecté

Un produit de contraste, il est indiqué pour le diagnostic des néovaisseaux choroïdiens compliquant certains pathologies comme la myopie et la DMLA active et atrophique, il n'a pas d'intérêt dans la rétinopathie diabétique néanmoins il ne doit pas être utilisé seul mais combiné à l'OCT structurel pour meilleur sensibilité. ce qui lui confère un caractère spécial en matière de pathologies vasculaires de la rétine.il peut remplacer à l'avenir l'angiographie.

D'après tous les résultats obtenus.

Conclusion générale

La tomographie de cohérence optique (OCT) est une technique utilisée in vivo pour exploiter la rétine et poser le diagnostic de plusieurs pathologies. Avec l'évolution remarquable de sa résolution, elle est devenue une partie intégrante de l'examen ophtalmologique. Ainsi une bonne précision autour de la dépression fovéolaire a facilité la tâche d'étudier l'évolution des pathologies rétinienne, ainsi qu'une meilleure compréhension de l'anatomie de la rétine.

Tout le long de notre travail de mémoire, nous avons déterminé avec excellence l'apport de l'OCTA dans toutes les pathologies vasculaires de la rétine avec sa facilité d'accès au même temps d'acquisition de l'OCT structurale et ce reste beaucoup de descriptions sémiologiques à faire en OCTA et son domaine de recherche pour déterminer la vitesse circulatoire vasculaire au sein de la rétine.

Perspectives

A partir de ce travail, on peut envisager plusieurs perspectives, parmi eux on peut citer :

- En premier lieu, nous proposons une augmentation de la BDD base de données.
- Ensuite, Faire l'étude de plusieurs pathologies rétinienne.
- Intégrer l'angiographie à la fluorescéine et rétinographie pour comparer.
- Enfin, nous proposons d'Élargir les paramètres et le contexte clinique du patient.

Bibliographie

- 1: OUADOUR ABBAR M, Principe de Tomographie et spectro-tomographie optique de cohérence par intercorrélation sans balayage basée sur un réseau de diffraction. Thèse de Doctorat université de FRANCHE COMTE, 09/12/2010.
- 2: D. Huang, E. A. Swanson, C. P. Lin, J. S. Schuman, W. G. Stinson, W. Chang, M. R. Hee, T. Flotte, K. Gregory, C. A. Puliafito, and J. G. Fujimoto. Optical Coherence Tomography. *Science*, 5035(254) :1178–1181, 1991.
- 3: Dr J. M. Muratet. OCT Optical Coherence Tomography. <http://www.oct-ophtalmo.fr>, Feb. 2009.
- 4: Dr Cédric, Carbonneil. Tomographie du segment postérieur de l'œil par tomographie à cohérence optique. 2 avenue du Stade de France, Haute Autorité de santé, 2007, pp : 111.
- 5: Dr Nghiém Buffet S, Delahaye Mazza C, Grenet T. OCT ANGIOGRAPHIE PRATIQUE, 2007 pp:6.
- 6: Augustin Fresnel, Leduc M, Bracco C. La théorie ondulatoire de la lumière. Laboratoire Kastler Brossel, Novembre 2015.
- 7: <http://lgrossheny.free.fr>. La lumière: onde et particule.
- J. Fernando Arevalo et al. '*Applications cliniques de la tomographie de cohérence optique dans le pôle postérieur*': la Conférence José Manuel Espino 2011 - Partie I.
- 8: <https://phychim.ac-versailles.fr>. Dualité onde-corpuscule.
- 9: <https://sd50fe70444d5ca.jimcontent.com>. Aspect ondulatoire de la lumière.
- 10: ELOUARDI ELMOKHTARI. Chapitre 2: Dualité onde-corpuscule. Université Cadi Ayyad. <https://dataelouardi.com>.
- 11: <http://old.al.lu.com>. Chapitre 5 Dualité onde-corpuscule.
- 12: <http://eduscol.education.fr/physique-chimie> . Dualité onde-particule. Juillet 2012.
- 13: Chapiion C, Interaction des ondes et des particules avec la matière vivante. Institut de

physique de Metz, LPMC-e2phy2002.

14: Dunod, Effets biologiques des infrarouges et des ultraviolets. Radioprotection Vol13, pages11-21, <https://www.radioprotection.org>.

15: TABET Saïda, Théorie de corrélation de la diffusion de Rayleigh et la lumière dans les matériaux polymères amorphes. Mémoire optique appliquée. Université FERHAT ABBAS-SETIF.

16: Himeur M A, LASER, journal de la faculté de médecine de Blida, <https://jfmb-dz.com>

17: Haouchine B, Gaudric A, Technique et interprétation de « optical coherence tomography », Service d'ophtalmologie, Hôpital Lariboisière, 2008.

18: Sacchet Delphine, Tomographie par cohérence optique plein champ linéaire et non linéaire, Thèse de Doctorat, Faculté des sciences d'Orsay, 08 Juillet 2010.

19: Fortunato G, Dalibart M, L'interférométrie de Michelson quelques aspects expérimentaux, BUP, vol 91, juin 1997.

20: Gouet Brunet V, Image Numérique, <http://deptinfo.cnam.fr> .2006.2007.

21: Armond Colin, Introduction à analyse de l'image, 2^{me} édition, 2009, <https://tantancours.com>

22: P. Dunkers, R. S. Parnas, C. G. Zimba, R. C. Peterson, K. M. Flynn, J. G. Fujimoto, and B. E. Bouma. 'Optical Coherence Tomography of Glass Reinforced Polymer Composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing (Incorporating Composites and Composites Manufacturing)', 30 :139–145, Feb. 1999.

23: J. S. Schuman, M. R. Hee, C. A. Puliafito, C. Wong, T. Pedutkloizman, C. P. Lin, E. Hertzmark, J. A. Izatt, E. A. Swanson, and J. G. Fujimoto, "Quantification of nerve-fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography", Archives of Ophthalmology, 113 (5), pp. 586-596 (1995).

24: F. Fercher, W. Drexler, C. K. Hitzenberger, and T. Lasser. 'Optical Coherence Tomography - Principles and Applications'. Reports on Progress in Physics, 66(2):239–303, 2003.

25 : <http://uni.ency-educatio.com>, Les pathologies de la rétine.

26 : Itbeddine GHORBEL, '*Segmentation et quantification des couches rétiniennes dans des images de tomographie de cohérence optique, dans le cas de sujets sains et pathologiques*', Avril 2012, p18.

27: Gaudric A, tomographie en cohérence optique, Hôpital Lariboisière,2018.

Résumé

Introduction: La technique OCT a connu un formidable développement pour l'analyse des segments antérieur et postérieur de l'œil. Les évolutions récentes ont permis de faire une OCT-A et de visualiser les différents plans vasculaires sans injection de produit de contraste. L'objectif principal de notre étude est de comparer OCT et OCT A et déterminer l'apport d'OCT Angiographie chez les patients présentant des pathologies rétinienne anciennement diagnostiquées.

Matériel et méthodes : C'est une étude rétrospective monocentrique descriptive. On a pris 11 cas de l'établissement privée clinique Lazouni appariés selon l'âge et le sexe habitants la wilaya de Tlemcen sous forme anonyme étalonnés sur les deux années 2020 et 2021, diagnostiqués pour des pathologies rétinienne par OCT et OCT Angiographie. **Résultats :** comparant les deux techniques, OCT est qualifié comme un examen structurel des plans rétiniens pour diagnostiquer les pathologies (myopie, rétinopathie diabétique, maladie génétique de Stragardt, CRSC, DMLA), OCTA est indiqué pour le diagnostic des néovaisseaux choroïdiens compliquant certaines pathologies comme la myopie et la DMLA active et atrophique, il n'a pas d'intérêt dans la rétinopathie diabétique néanmoins il ne doit pas être utilisé seul mais combiné à l'OCT structurel pour meilleure sensibilité. **Conclusion :** L'OCT est un examen structurel rétinien de référence l'OCTA est indiqué dans la néovascularisation choroïdiens compliquant certaines pathologies de la rétine, néanmoins Il reste encore beaucoup de descriptions sémiologiques à faire en OCTA dans les différentes pathologies rétinienne.

Mots clés : OCT, OCTA, rétine, les pathologies rétinienne, néovascularisation choroïdiens.

Summary

Introduction: The OCT technique has experienced tremendous development for the analysis of the anterior and posterior segments of the eye. Recent developments have made it possible to perform an OCTA and to visualize the different vascular planes without injection of contrast products. The main objective of our study is to compare OCT and OCTA in patients with previously diagnosed retinal pathologies. **material and methods:** it is a descriptive monocentric retrospective study we took 11 cases of the private clinical establishment Lazouni matched by age and sex inhabitants wilaya Tlemcen of in anonymous form calibrates over the two years 2020 2021, diagnosed for pathologies retinal by OCT and OCTA. **Results:** comparing the two techniques OCT is qualified as a structural examination of the retinal planes to diagnose pathologies (myopia, diabetic retinopathy, genetic Stragard disease, CRSC, ARMD) OCTA is indicated for the diagnosis of choroidal neovascularization complicating certain pathologies such as myopia and active and atrophic AMD, it has no interest in diabetic retinopathy, however it should not be used alone but combined with structural OCT for better sensitivity. **Conclusion:** OCT is a reference retinal structural examination OCTA is indicated in choroidal neovascularization complicating certain pathologies of the retina however there are still many semiological descriptions to be made in OCTA in the various retinal pathologies.

Keywords: OCT, OCTA, retina, retinal pathologies, choroidal neovascularization.

ملخص

مقدمة لقد شهدت تقنية التصوير المقطعي للتماسك البصري تطورا هائلا لتحليل الاجزاء الامامية والخلفية من العين، جعلت التطورات الاخيرة من الممكن اجراء تصوير الاوعية بالتصوير المقطعي البصري وتصوير مستويات الاوعية الدموية المختلفة دون حقن منتجات التباين. الهدف الرئيسي لدراستنا هو لمقارنة التصوير للتماسك البصري وتصوير الاوعية بالتصوير المقطعي البصري وتحديد مساهمة تصوير الاوعية في المرضى الذين يعانون من امراض شبكية تم تشخيصها مسبقا.

المواد و الطرق هذه دراسة وصفية باثر رجعي من مركز واحد، اخذنا احدى عشر حالة من المؤسسة الخاصة العزوني حسب العمر و الجنس سكان ولاية تلمسان في شكل مجهول تمت معايرتهم على مدار عامين تم تشخيص اصابتهم بأمراض الشبكية عن طريق التصوير المقطعي للتماسك البصري و تصوير الاوعية الدموية بالتصوير المقطعي البصري. **النتائج** تعد المقارنة بين الطريقتين بمثابة فحص هيكلي للشبكية لتشخيص الامراض (قصر النظر، اعتلال الشبكية السكري، مرض الجينات الوراثي، التنبس البقي المرتبط بالعمر) تصوير الاوعية بالتصوير المقطعي المشار اليه لتشخيص تكون الاوعية الدموية المشيمية الذي يعقد بعض الامراض مثل قصر النظر و التنبس البقي المرتبط بالعمر و ليس لديه مصلحة في اعتلال الشبكية السكري و لكن لا ينبغي استخدامه بمفرده و لكن يجب ان يقترن مع البنيوي لتحسين الحساسية. **الاستنتاج** التصوير المقطعي للتماسك البصري هو الفحص الهيكلي لشبكية العين يشار و التقنية الثانية يشار اليه في تكوين الاوعية الدموية المشيمية مما يعقد بعض امراض شبكية العين، ومع ذلك لا يزال هناك العديد من الاوصاف السيميائية التي يجب اجراؤها في امراض الشبكية المختلفة.

الكلمات الرئيسية التصوير المقطعي للتماسك البصري، تصوير الاوعية بالتصوير المقطعي، الشبكية، امراض الشبكية، الاوعية الدموية.