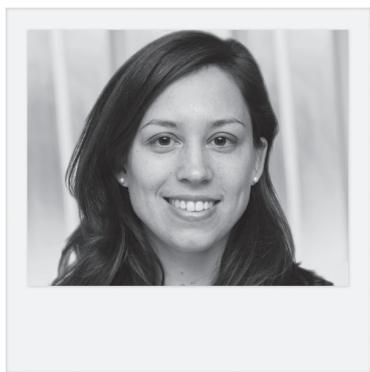


LE DOSSIER L'angio-OCT

Angio-OCT et pathologies vasculaires rétiniennes

RÉSUMÉ : L'angio-OCT, par la visualisation rapide, sans injection de colorant et en haute résolution de la vascularisation rétinienne, s'avère particulièrement intéressante dans l'étude des pathologies vasculaires de la rétine, telles que les occlusions veineuses rétiniennes, la rétinopathie diabétique, la maladie de Coats, les télangiectasies maculaires et les occlusions artériolaires rétiniennes.

L'angio-OCT donne une reconstruction en trois dimensions de la microcirculation rétinienne, permettant ainsi une analyse distincte des différentes couches vasculaires (plexus capillaires superficiel et profond, rétine externe). Du fait de l'absence de phénomène de diffusion et de la haute résolution des images, elle offre une analyse très fine et détaillée des anomalies microvasculaires, supérieure à l'angiographie à la fluorescéine. Elle présente toutefois comme limite la petite taille de la fenêtre d'acquisition (3 × 3 mm), limitant son utilisation aux atteintes maculaires.



→ V. CAILLAUX
Service d'Ophthalmologie,
Hôpital intercommunal, CRÉTEIL.

L'angio-OCT permet une visualisation rapide, sans injection de colorant et en haute résolution de la vascularisation de la rétine maculaire, de la choroïde et du nerf optique. Elle jouera bientôt un rôle déterminant en ophtalmologie clinique en tant que nouvel outil diagnostique non invasif, et servira en complément voire en remplacement des angiographies traditionnelles à la fluorescéine et au vert d'indocyanine.

Les applications cliniques de l'angio-OCT promettent d'être nombreuses. Cet examen statique, basé sur la technologie de l'OCT, permet de s'affranchir de l'injection intraveineuse de colorant et donc des phénomènes de diffusion ou d'imprégnation qui peuvent rapidement masquer les lésions microvasculaires en angiographie à la fluorescéine. Par la visualisation fine de la microcirculation maculaire et périfovolaire, l'angio-OCT s'avère être un outil particulièrement intéressant dans l'analyse des pathologies vasculaires rétiniennes.

Les occlusions veineuses rétiniennes et la rétinopathie diabétique

La sémiologie en angiographie à la fluorescéine étant relativement comparable dans les occlusions veineuses rétiniennes et dans la rétinopathie diabétique, l'aspect en angio-OCT présente également des similitudes.

1. Ischémie

Chez le patient diabétique, comme dans les occlusions veineuses rétiniennes, les territoires maculaires de non perfusion capillaire sont très clairement identifiés en angio-OCT. Ces derniers sont superposables à ceux observés en angiographie à la fluorescéine. Néanmoins, ils apparaissent plus francs et plus marqués en angio-OCT du fait de l'absence de phénomène de diffusion (*fig. 1*). Ils se traduisent par des modifications de la structure des plexus capillaires rétiens superficiel et profond. On observe ainsi un réseau capillaire lâche avec une

LE DOSSIER

L'angio-OCT

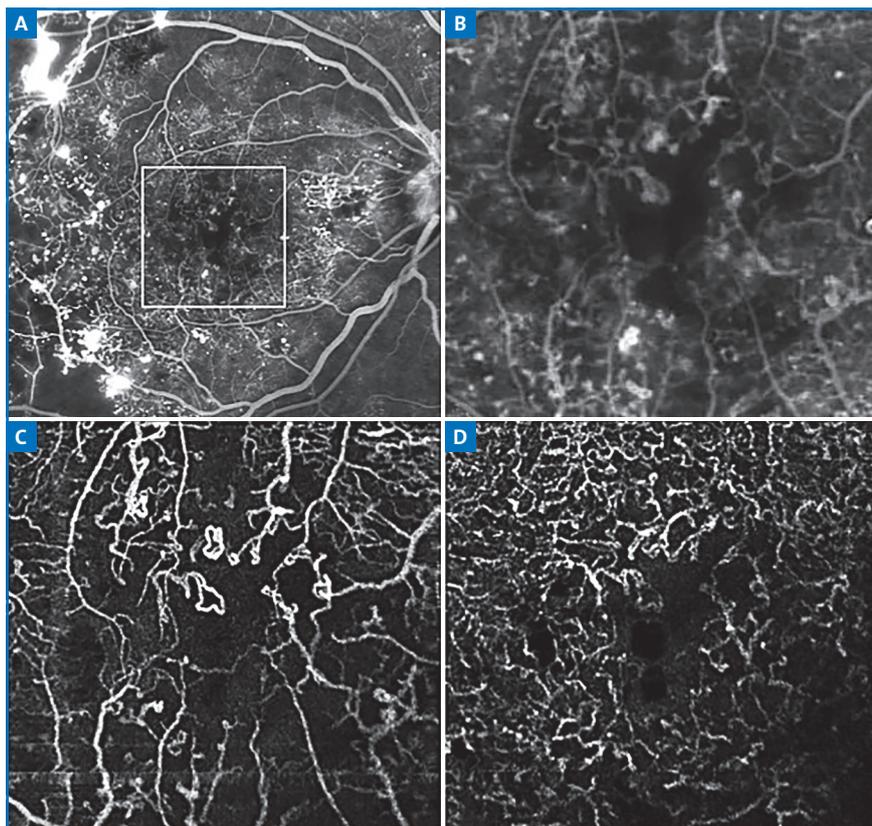


FIG. 1 : Ischémie maculaire. Œil droit d'un patient de 35 ans présentant une rétinopathie diabétique proliférante sévère. L'angio-OCT (coupes de 3 mm × 3 mm, C : plexus capillaire superficiel, D : plexus capillaire profond) permet de visualiser une dilatation capillaire, de nombreuses boucles capillaires et une raréfaction de la maille fovéolaire (territoires de non perfusion). Ces lésions sont superposables à celles identifiées en angiographie à la fluorescéine (A : coupe de 9 mm × 9 mm, B : agrandissement des 3 mm centraux, correspondant au carré blanc de A), mais elles apparaissent de façon beaucoup plus précise en angio-OCT du fait de la meilleure définition des images et de l'absence de phénomène de diffusion.

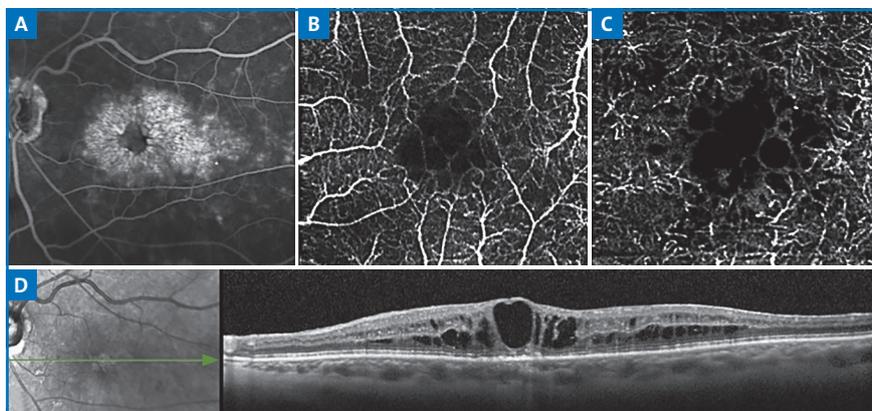


FIG. 2 : Œdème maculaire. Patient présentant un œdème maculaire secondaire à une occlusion veineuse rétinienne. L'œdème cystoïde se traduit par un remplissage de logettes aux temps tardifs de l'angiographie à la fluorescéine (A). En angio-OCT (coupes de 3 mm × 3 mm), les logettes apparaissent noires (absence totale de flux) tant dans le plan du plexus superficiel (A) que profond (B). On note la présence de territoires mal perfusés autour des logettes, se traduisant par une raréfaction du lit capillaire sur un fond grisâtre. L'OCT confirme la présence d'un œdème maculaire cystoïde (D).

maille plus large et clairsemée, sur un fond grisâtre correspondant aux capillaires occlus (par absence ou réduction de flux sanguin).

Les capillaires visibles au sein des territoires non perfusés sont fréquemment tronqués (interruption brutale) et de distribution irrégulière, formant des boucles ou des anastomoses artérioveineuses. En cas d'ischémie rétinienne récente, les altérations siègent principalement dans le plexus capillaire superficiel. Lorsque l'ischémie se prolonge et devient chronique, l'atteinte du plexus capillaire profond est manifeste, et des shunts apparaissent entre les plexus superficiel et profond [1].

2. Œdème maculaire

En angiographie à la fluorescéine, l'œdème maculaire se traduit par une diffusion progressive du colorant au cours de la séquence, avec ou sans remplissage de logettes cystoïdes sur les temps tardifs. Les zones de rupture de la barrière hématorétinienne interne (fuites capillaires) ne sont pas mises en évidence en angio-OCT, car seul le contenu des vaisseaux est visualisé, sans le caractère dynamique de l'angiographie à la fluorescéine. En revanche, il est possible de repérer les logettes cystoïdes sur une coupe d'angio-OCT : elles prennent l'aspect de formations arrondies, lobulées et noires (du fait de l'absence de flux) (*fig. 2*). Elles se distinguent des territoires de non perfusion qui apparaissent grisâtres.

3. Néovascularisation pré-rétinienne et prépapillaire

L'ischémie chronique aboutit à la prolifération de néovaisseaux pré-rétiniens et/ou prépapillaires. En angiographie à la fluorescéine, ils sont responsables d'une diffusion intense du colorant qui peut gêner la visualisation de la membrane néovasculaire. L'angio-OCT, au niveau des plans superficiels, permet

une analyse très fine et précise de l'étendue et de la morphologie de ces membranes néovasculaires (*fig. 3*). Elle permet également d'en suivre l'évolution après traitement par photocoagulation panrétinienne au laser.

4. Macroanévrismes

Les macroanévrismes, à l'origine d'un œdème maculaire persistant, sont aisément repérés en angio-OCT. Ils se présentent sous la forme d'une cavité arrondie, hyperdense (blanche), localisée dans le plan du plexus capillaire profond et entourés de logettes cystoïdes qui apparaissent noires du fait de l'absence de flux. L'efficacité de l'occlusion d'un macroanévrisme par un traitement focal au laser sera attestée par la disparition de l'anomalie vasculaire en angio-OCT [1].

5. Hémorragies

En angio-OCT, les hémorragies rétiniennes réalisent un effet de masquage dans le plan concerné, mais elles sont beaucoup moins évidentes qu'en angiographie à la fluorescéine.

6. Particularités de la rétinopathie diabétique

Même en l'absence de tout signe de rétinopathie diabétique, l'angio-OCT peut mettre en évidence des altérations précoces du réseau capillaire maculaire chez un patient diabétique [1]. On peut observer une augmentation de calibre de certains capillaires alors que d'autres sont occlus, se traduisant par un aspect de réseau capillaire plus lâche et plus marqué. La zone avasculaire centrale (ZAC), mesurant habituellement 500 µm, peut être élargie avec des interruptions au niveau de l'arcade vasculaire périfovolaire. Ces éléments sont réversibles à ce stade, et constituent ainsi un marqueur très précoce de souffrance ischémique de la rétine.

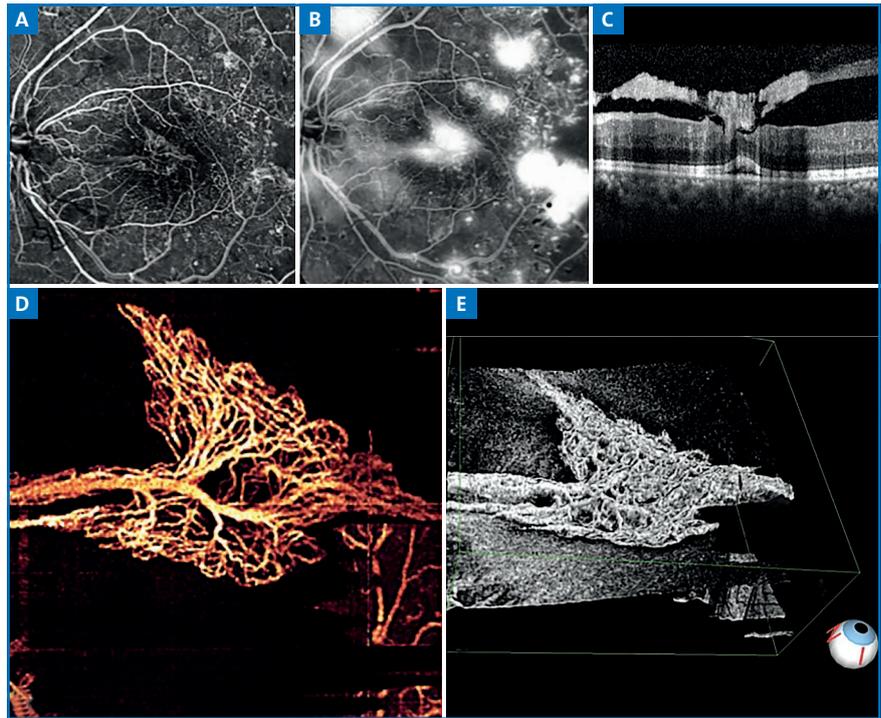


FIG. 3 : Néo vaisseaux pré-rétiniens. Œil gauche d'une patiente de 30 ans, diabétique de type 1, présentant une rétinopathie diabétique proliférante floride avec néo vaisseaux pré-rétiniens maculaires. En angiographie à la fluorescéine, les néo vaisseaux pré-rétiniens (A) laissent rapidement place à une hyperfluorescence à bords flous par diffusion intense du colorant (B). Sur la coupe OCT horizontale (C), la membrane néovasculaire maculaire constitue un voile hyperreflectif en avant de la rétine. En angio-OCT, le lacis néovasculaire maculaire est très net, visualisable dans les plans les plus superficiels (D). La reconstruction en trois dimensions permet une visualisation dans l'espace de la membrane néovasculaire (E).

Les microanévrismes de la rétinopathie diabétique ne sont pas tous visibles en angio-OCT, contrairement à l'angiographie à la fluorescéine qui en fait une cartographie nette. Seuls les plus gros, dans lesquels il persiste un flux sanguin résiduel, pourront être détectés.

7. Particularités de l'occlusion veineuse rétinienne

Dans les occlusions veineuses rétiniennes, il est courant d'observer une imprégnation des parois veineuses sur les temps tardifs de l'angiographie à la fluorescéine. En angio-OCT, ces mêmes veines apparaissent plus fines, car seule la lumière vasculaire est visualisée. Elles sont entourées d'un espace sombre, correspondant à l'épaississement pariétal.

Les télangiectasies maculaires et la maladie de Coats

1. Télangiectasies maculaires de type 1 et maladie de Coats

Les anomalies microvasculaires de la maladie de Coats et des télangiectasies maculaires de type 1 sont semblables. Elles sont constituées de télangiectasies et de dilatations capillaires anévrismales. Elles s'accompagnent, dans les stades plus évolués, d'exsudats et de logettes d'œdème intrarétinien. En angio-OCT, les capillaires du plexus superficiel sont raréfiés, tortueux (formant de multiples boucles), de taille augmentée et irrégulière, avec des zones dilatées et des macroanévrismes. Ils perdent un grand nombre de leurs

LE DOSSIER

L'angio-OCT

collatérales. Les capillaires du plexus profond sont également raréfiés et perdent leur aspect de réseau lobulaire ramifié et régulier.

2. Télangiectasies maculaires de type 2

L'atteinte rétinienne des télangiectasies maculaires de type 2 est bilatérale et localisée dans la région juxtafovéale de la macula. L'angiographie à la fluorescéine met en évidence une hyperfluorescence qui diffuse sur les temps tardifs. Des clichés pris très précocement peuvent montrer les anomalies télangiectasiques microvasculaires juxtafovéales. L'OCT *spectral domain* (OCT-SD) donne des informations sur les altérations structurelles précoces de la rétine (cavitations dans la rétine interne et interruption de la ligne ellipsoïde) et sur les complications associées aux stades plus évolués (atrophie, néo-

vascularisation sous-rétinienne). Elle ne donne cependant aucune information sur la vascularisation.

L'angio-OCT s'avère particulièrement intéressante dans cette affection du fait des anomalies microvasculaires sous-jacentes, d'une part, et de sa topographie juxtafovéolaire, d'autre part. En angio-OCT, les anomalies microvasculaires siègent initialement dans les couches rétinienne moyennes, au niveau du plexus capillaire profond.

>>> Dans les stades précoces, elles se localisent dans la région juxtafovéolaire temporale, puis s'étendent de façon circonférentielle dans les stades plus évolués. Au niveau du plexus capillaire profond, les capillaires sont espacés, dilatés et télangiectasiques, de trajet irrégulier. Le plexus capillaire superficiel peut être normal dans les stades initiaux. Ensuite, apparaissent des irrégularités des vaisseaux, une raréfaction capillaire, une distorsion vasculaire et des anastomoses rétinienne (fig. 4).

>>> Au stade proliférant, la membrane néovasculaire sous-rétinienne est visualisée dans la rétine externe en angio-OCT de façon superposable à la plaque hyperfluorescente en angiographie à la fluorescéine [2, 3].

Les occlusions artérielles rétinienne

En cas d'occlusion artérielle aiguë, on observe en angiographie à la fluorescéine un ralentissement, voire une interruption circulatoire artérielle. Une fois l'artère reperfusée (fig. 5), hormis un amincissement vasculaire séquellaire, la perfusion rétinienne se normalise. À ce stade, l'angio-OCT, en visualisant en détail la maille

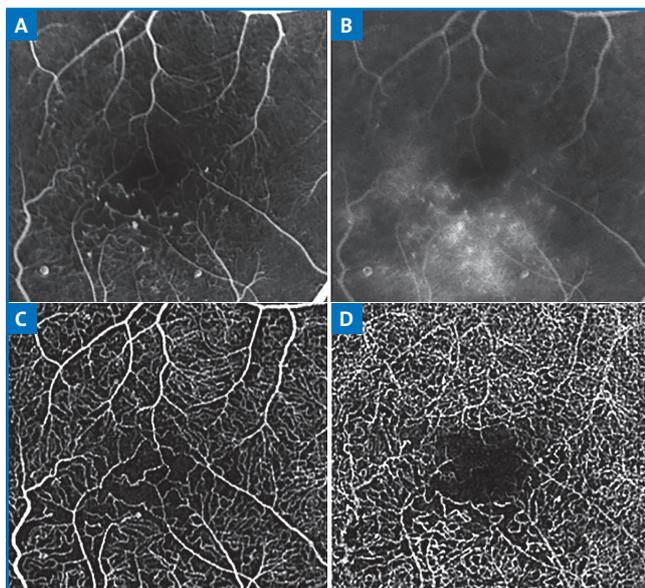


FIG. 4 : Télangiectasies maculaires de type 2. Patient de 60 ans, atteint de télangiectasies maculaires de type 2 à un stade non proliférant. L'angiographie à la fluorescéine permet d'identifier les anomalies du lit capillaire en temporal inférieur de la macula sur le cliché précoce (A : coupe maculaire de 3 mm × 3 mm) associées à une diffusion du colorant aux temps tardifs (B : coupe maculaire de 3 mm × 3 mm). L'angio-OCT (C et D : coupe maculaire de 3 mm × 3 mm) confirme la présence d'anomalies microcirculatoires en temporal inférieur de la macula. Les capillaires sont raréfiés, dilatés, télangiectasiques et de trajet irrégulier. Certains traversent la zone avasculaire centrale. Ces anomalies sont présentes dans les plexus capillaires superficiel (C) et profond (D).

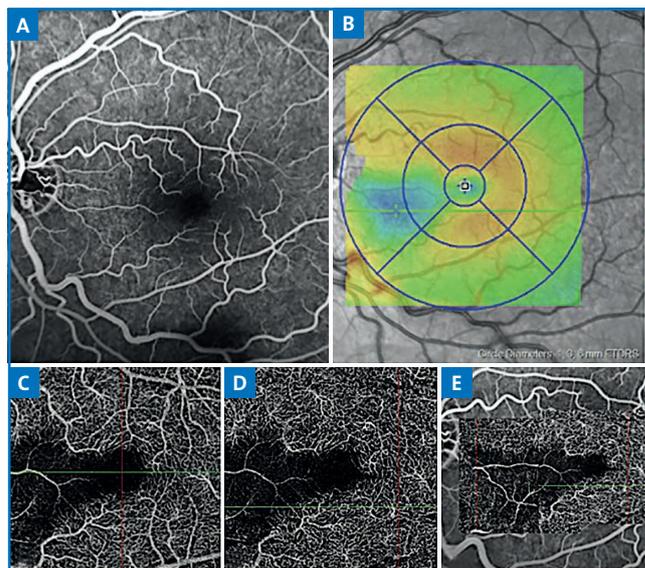


FIG. 5 : Occlusion artérielle ancienne. Patient de 33 ans, ayant présenté une occlusion de l'artère cilio-rétinienne 5 ans auparavant, d'étiologie indéterminée. La cartographie maculaire en OCT met en évidence une atrophie rétinienne séquellaire en temporal inférieur de la papille (B), mais l'angiographie à la fluorescéine apparaît normale (A : l'artère cilio-rétinienne est reperfusée, et il n'y a pas d'anomalie capillaire). En angio-OCT, on note une importante raréfaction capillaire au sein des plexus superficiel (C) et profond (D) dans le territoire de l'artère cilio-rétinienne, qui se superposent à l'amincissement rétinien sur la cartographie OCT, confirmant l'origine vasculaire des altérations. E : Superposition des coupes d'angio-OCT à l'image d'angiographie à la fluorescéine.

capillaire, peut apporter de nouvelles informations, non descellées en angiographie traditionnelle. En effet, elle peut démasquer une zone dépourvue de flux microvasculaire qui se superpose au territoire de l'occlusion (**fig. 5**).

Conclusion

Les informations apportées par l'angio-OCT dans le domaine des pathologies vasculaires rétiniennes confirment les données de l'angiographie à la fluorescéine. La haute résolution des images en donne une définition supérieure.

Du fait de l'absence de phénomène de diffusion, l'angio-OCT permet d'observer des détails qui n'apparaissent pas en angiographie à la fluorescéine, améliorant l'analyse des altérations microvasculaires. L'angio-OCT apporte également des renseignements nouveaux qui aideront à la compréhension des pathologies, et nécessiteront un apprentissage pour leur interprétation. Des études seront indispensables pour valider sa place dans notre pratique quotidienne, pour le diagnostic et le suivi des pathologies rétiniennes, mais elle représente déjà une réelle révolution en matière d'imagerie rétinienne.

Bibliographie

1. LUMBROSO B, HUANG D, FUJIMOTO JG *et al.* Clinical Guide to Angio-OCT (Non Invasive, Dyeless OCT Angiography). *Jaypee Brothers Medical Pub*, 2015.
2. SPAIDE RF, KLANCNIK JM JR, COONEY MJ. Retinal vascular layers in macular telangiectasia type 2 imaged by optical coherence tomographic angiography. *JAMA Ophthalmol*, 2015;133:66-73.
3. THORELL MR, ZHANG Q, HUANG Y, AN L *et al.* Swept-source OCT angiography of macular telangiectasia type 2. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2014;45:369-380.

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