

# L'OCT angiographie peut-elle remplacer l'angiographie à la fluorescence ?

Franck FAJNKUCHEN

Centre d'Imagerie et Laser (Paris)

Hôpital Avicenne (Bobigny)

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Liens d'intérêt

- Allergan
- Bayer
- Novartis
- Horus

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Introduction

- Depuis son introduction en 1961, l'angiographie à la fluorescéine (AF) est l'examen de référence pour l'évaluation des vaisseaux rétinien.
- Au cours de ces dernières années, cet examen a connu un regain d'intérêt avec l'introduction de systèmes ultra-grand champ
  - ✓ qui ont simplifié la procédure : un cliché unique remplace avantageusement différents clichés périphériques,
  - ✓ et qui ont repoussé les limites d'exploration de l'examen bien au-delà des 7 traditionnels champs ETDRS

# Introduction

Cependant l'angiographie à la fluorescéine ...

1. est une procédure relativement longue et complexe à mettre en œuvre, nécessitant un abord veineux et l'administration d'un colorant par voie intraveineuse
2. qui produit une image uniquement bidimensionnelle avec visualisation principalement du plexus capillaire rétinien superficiel
3. est un examen invasif avec son lot d'effets secondaires tels que nausées, vomissements, réactions allergiques et rarement anaphylaxie pouvant conduire au décès

# Introduction

- En raison de ces effets secondaires potentiels, l'AF n'est donc généralement pas pratiqué comme méthode de dépistage.
- Dans le diabète, ses indications sont principalement limitées aux formes de rétinopathie diabétique menaçant la vision, en premier lieu au diagnostic de la rétinopathie diabétique proliférante (RDP) où les avantages l'emportent sur les risques.

# Introduction

- Avec l'avènement de l'OCT-A, il devient possible d'obtenir une visualisation très détaillée des anomalies de la microvascularisation rétinienne et choroïdienne de la RD
  - les microanévrismes
  - les AMIRS
  - les néovaisseaux
  - les zones de non-perfusion rétinienne,
  - Les anomalies du flux au sein de la choriocapillaire
- De manière non invasive.

# Introduction

- L'OCT-A permet elle de se substituer efficacement et pour le mieux à l'angiographie à la fluorescéine ?

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

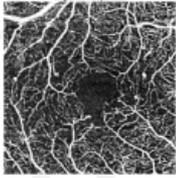
2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Introduction

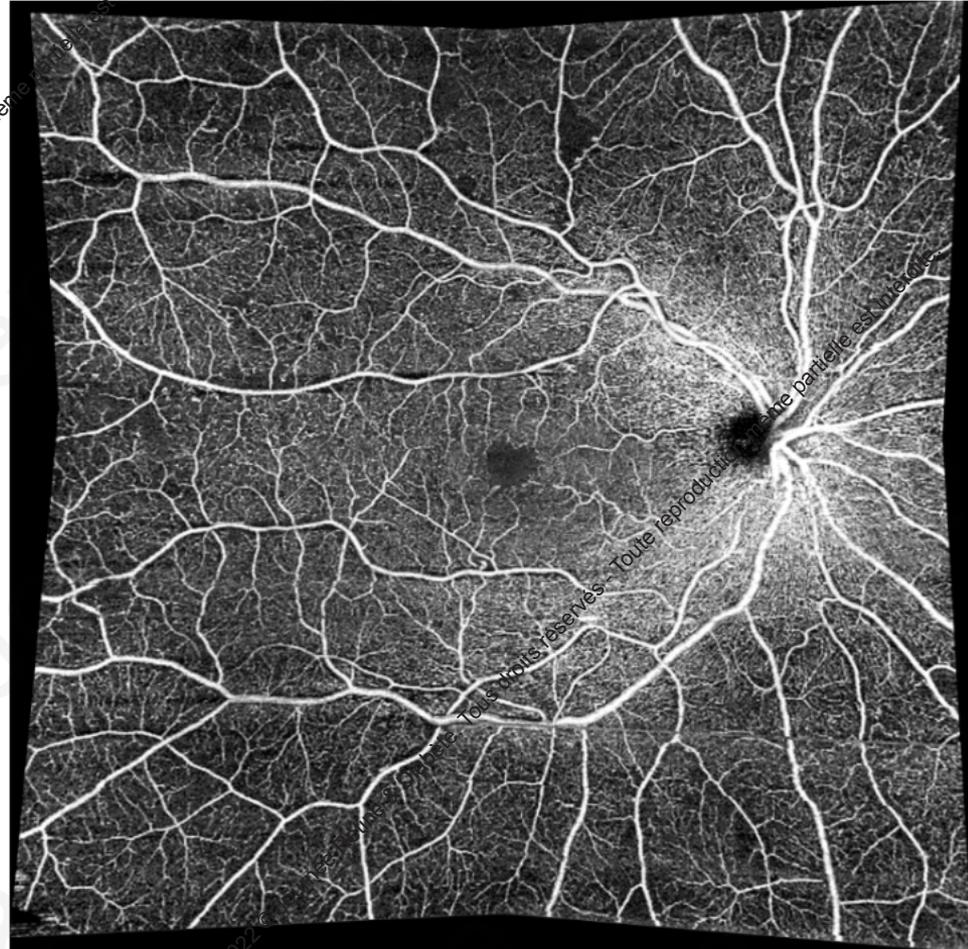
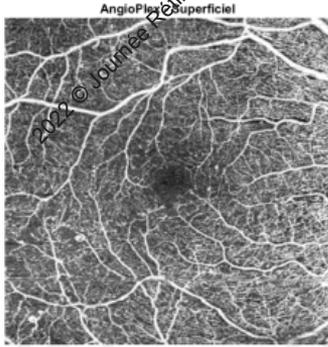
- Pour répondre à cette question
  - L'OCT-A a-t-elle la même qualité que l'AF pour identifier les anomalies microvasculaires de la RD ?
  - Le champ d'exploration de l'OCT-A est-il adapté à l'évaluation d'une pathologie qui affecte la périphérie rétinienne ?

L'OCT-A a-t-elle la même qualité que l'AF pour identifier les anomalies microvasculaires de la RD?

## Angiography 3x3 mm



## Angiography 6x6 mm

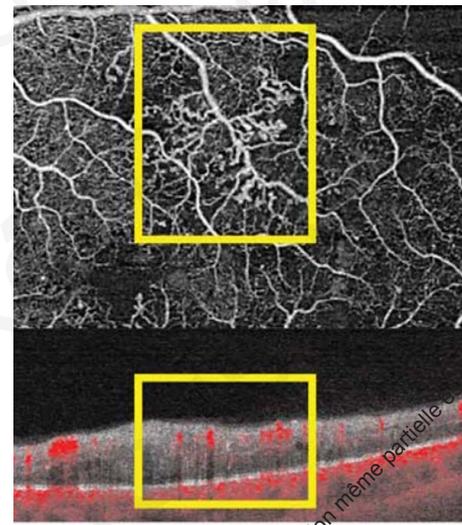


L'OCT-A a-t-elle la même qualité que l'AF pour identifier les anomalies microvasculaires de la RD : **les microanévrismes ?**

- En matière de détection des microanévrismes, l'OCT-A aurait une sensibilité plus faible que l'angiographie à la fluorescéine (Salz).
- Salz et ses collègues ont constaté que, par rapport à l'AF, l'OCTA avait une sensibilité de 85 % (IC à 95 %, 53-97 %) et une spécificité de 75 % (IC à 95 %, 21-98 %) pour la détection des microanévrismes (Salz).
- La justification postulée derrière ce taux de détection inférieur pourrait être l'insensibilité relative de l'OCTA au flux sanguin lent dans certains types de microanévrismes (Salz, Couturier).

# Les AMIR

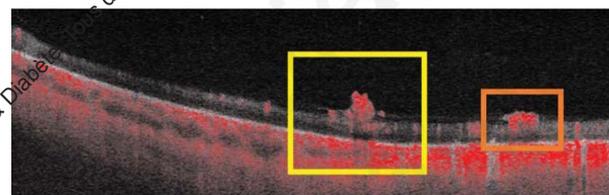
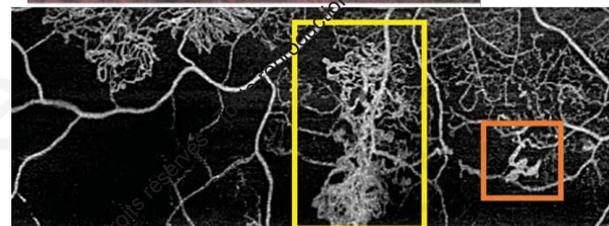
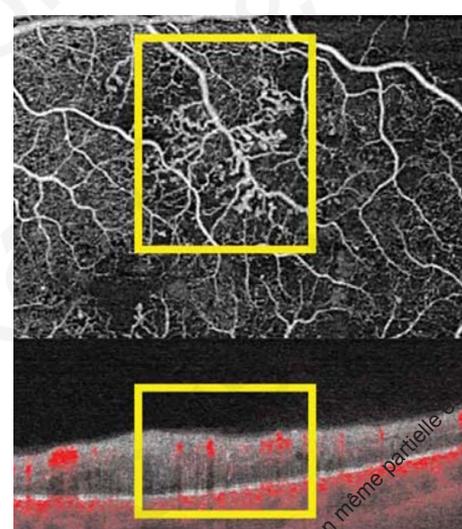
- L'OCT-A avec l'OCT B-scan conventionnel ont l'avantage de montrer à la fois des vues de face et en coupe pour aider à différencier les AMIR des NV[Pan].
- Les anomalies microvasculaires intrarétiniennes (AMIR) restent entièrement contenues dans la rétine, alors que les néovaisseaux (NV) rétiniens traversent la MLI et se développent le long de l'haloïde postérieure.



DISTINGUISHING INTRARETINAL  
MICROVASCULAR ABNORMALITIES  
FROM RETINAL NEOVASCULARIZATION  
USING OPTICAL COHERENCE  
TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY

# Les AMIR

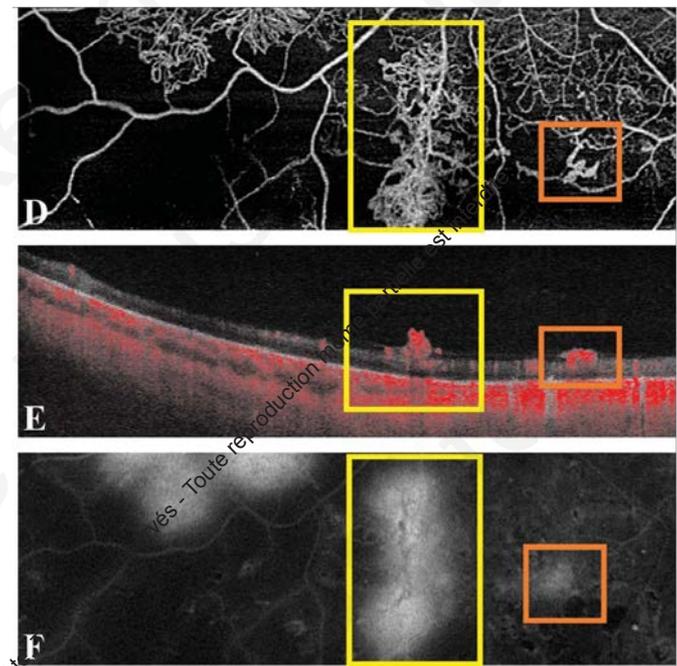
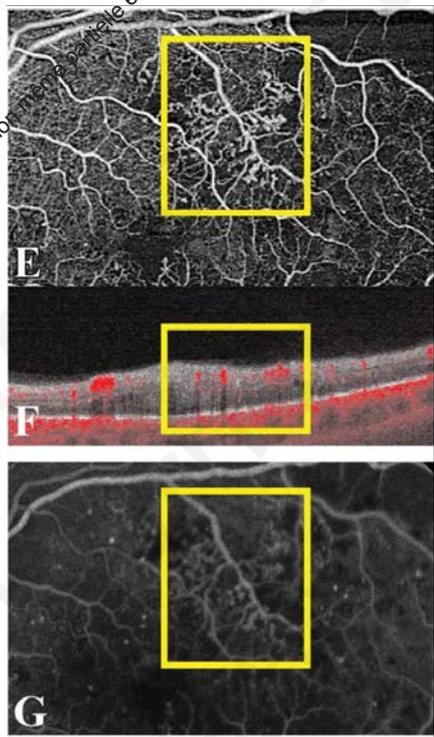
- L'OCT-A avec l'OCT B-scan conventionnel ont l'avantage de montrer à la fois des vues de face et en coupe pour aider à différencier les AMIR des NV[Pan].
- Les anomalies microvasculaires intrarétiniennes (AMIR) restent entièrement contenues dans la rétine, alors que les néovaisseaux (NV) rétiniens traversent la MLI et se développent le long de l'haloïde postérieure.



DISTINGUISHING INTRARETINAL  
MICROVASCULAR ABNORMALITIES  
FROM RETINAL NEOVASCULARIZATION  
USING OPTICAL COHERENCE  
TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY

# Les AMIR

- L'OCTA est supérieur aux rétino-photographies pour détecter les AMIR et non inférieur à l'angiographie ultra-grand champ (Wang, Arya).



DISTINGUISHING INTRARETINAL MICROVASCULAR ABNORMALITIES FROM RETINAL NEOVASCULARIZATION USING OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY

Wang M, Garg I, Miller JB. Wide Field Swept Source Optical Coherence Tomography Angiography for the Evaluation of Proliferative Diabetic Retinopathy and Associated Lesions: A Review. *Semin Ophthalmol.* 2021 May 19;36(4):162-167.

Arya M, Sorour O, Chaudhri J, et al. Distinguishing intraretinal microvascular abnormalities from retinal neovascularization using optical coherence tomography angiography. *Retina.* 2020;40 (9):1686-1695.

# Les néovaisseaux

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Les néovaisseaux

- De nombreuses études confirment que l'OCT-A n'est pas inférieur à l'angiographie à la fluorescéine pour détecter les néovaisseaux compliquant la rétinopathie diabétique et serait même plus sensible que la détection par rétino-photographies en couleur ou par examen du fond d'œil (Cui, Pichi, Russel, Khalid).

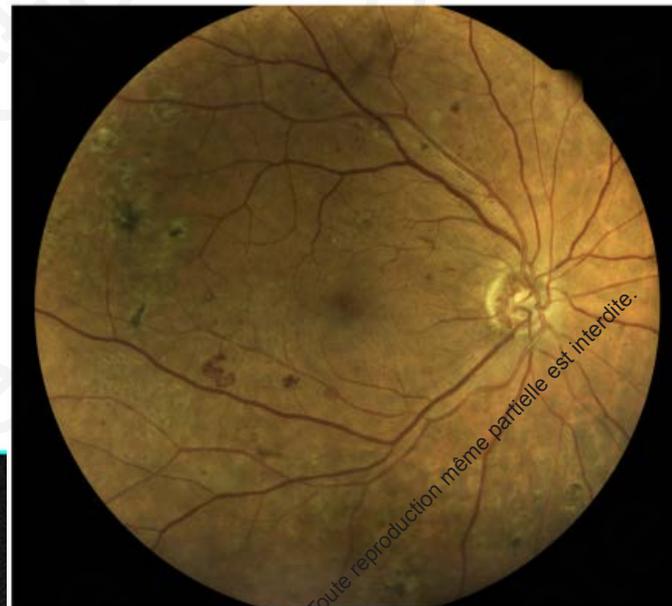
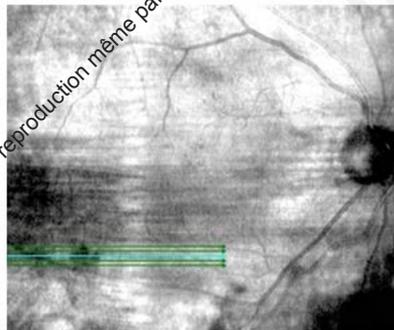
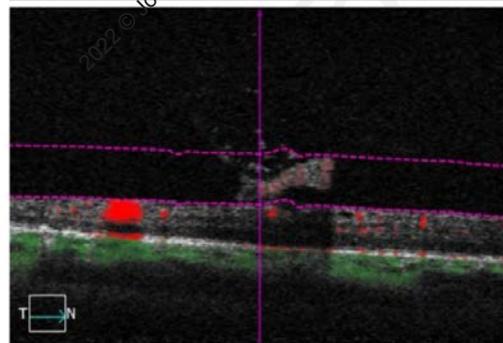
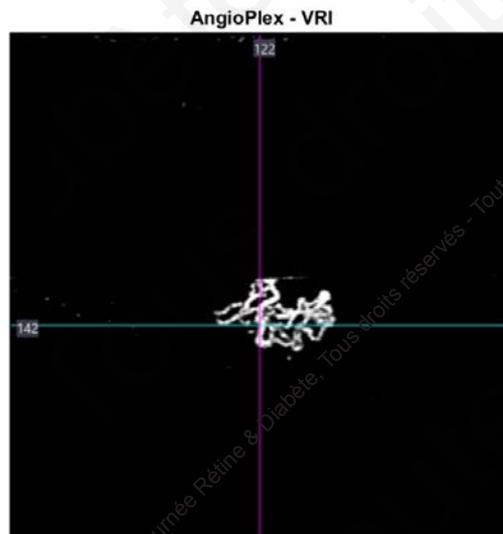
Cui Y, Zhu Y, Wang JC, Lu Y, Zeng R, Katz R, Vingopoulos F, Le R, Láins I, Wu DM, Elliott D, Vavvas DG, Husain D, Miller JW, Kim LA, Miller JB. Comparison of widefield swept-source optical coherence tomography angiography with ultra-widefield colour fundus photography and fluorescein angiography for detection of lesions in diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol*. 2021 Apr;105(4):577-581.

Pichi F, Smith SD, Abboud EB, Neri P, Woodstock E, Hay S, Levine E, Bauman CR. Wide-field optical coherence tomography angiography for the detection of proliferative diabetic retinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020 Sep;258(9):1901-1909.

Russell JF, Flynn HW Jr, Sridhar J, Townsend JH, Shi Y, Fan KC, Scott NL, Hinkle JW, Lyu C, Gregori G, Russell SR, Rosenfeld PJ. Distribution of Diabetic Neovascularization on Ultra-Widefield Fluorescein Angiography and on Simulated Widefield OCT Angiography. *Am J Ophthalmol*. 2019 Nov;207:110-120.

Khalid H, Schwartz R, Nicholson L, et al. Widefield optical coherence tomography angiography for early detection and objective evaluation of proliferative diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(1):118-123.

# angiographique : Angiography 3x3 mm



# Les zones de non perfusion (NPA)

- L'OCTA détecte mieux la densité capillaire que l'AF conventionnelle grâce à une absence de perturbation de l'image par une éventuelle fuite.

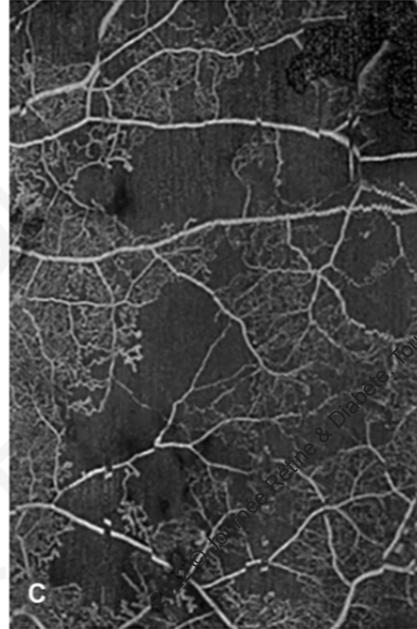
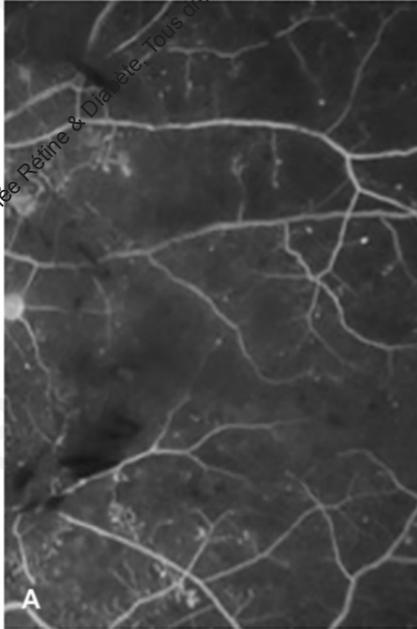
1. Ishibazawa, A.; Nagaoka, T.; Takahashi, A.; Omae, T.; Tani, T.; Sogawa, K.; Yokota, H.; Yoshida, A. Optical coherence tomography angiography in diabetic retinopathy: A prospective pilot study. *Am. J. Ophthalmol.* **2015**, *160*, 35–44. [\[CrossRef\]](#)

2. Couturier, A.; Mané, V.; Bonnin, S.; Erginay, A.; Massin, P.; Gaudric, A.; Tadayoni, R. Capillary plexus anomalies in diabetic retinopathy on optical coherence tomography angiography. *Retina* **2015**, *35*, 2384–2391. [\[CrossRef\]](#)



## Widefield OCT-Angiography and Fluorescein Angiography Assessments of Nonperfusion in Diabetic Retinopathy and Edema Treated with Anti-Vascular Endothelial Growth Factor

Asude Couturier, MD, PhD, Pierre-Antoine Rey, MD, Ali Erginay, MD, Carlo Lanza, MD, Sophie Bonnin, MD, Bénédicte Dupos, MD, Alain Gaudric, MD, Ramin Tadayoni, MD, PhD



Couturier, et al ont rapporté un taux de détection plus élevé des zones de NP avec la SS-OCTA WF par rapport à l'AF UWF.

Tout droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

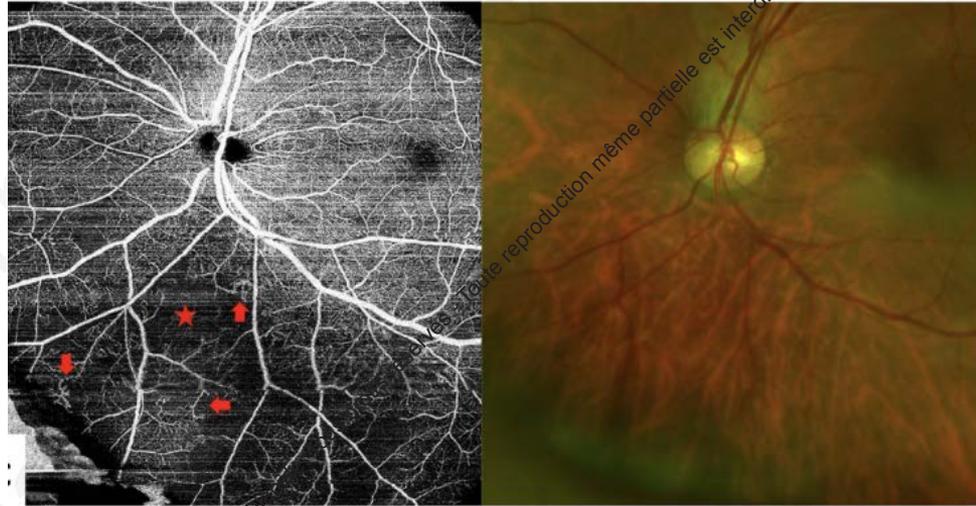
Tout droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Les formes précliniques : Précocité du diagnostic

- Dès le début de l'OCT-A il avait été constaté des anomalies de la perfusion rétinienne à un stade sans micro anévrysmes, avec irrégularités de la zone avasculaire centrale et dilatations microvasculaires
- Depuis l'apparition de l'OCT-A UWF, des telles anomalies sont aussi retrouvées en périphérie

# Les formes précliniques : Précocité du diagnostic

- ✓ Dans une étude prospective, Yang et al ont examiné cinquante-cinq yeux de 30 patients diabétiques sans signes cliniques de rétinopathie diabétique.
- ✓ Les zones périphériques présentaient significativement plus de dilatations microvasculaires et de tortuosité que les zones centrales ( $P = 0,024$ ) et plus de NPA que les zones centrales ( $P = 0,085$ ).



# Les formes précliniques : Précocité du diagnostic

- ✓ Les auteurs concluent que l'OCT-A ultra-grand champ pourrait permettre de révéler les altérations microvasculaires réiniennes **précocement et ceci de façon non invasive.**

Le champ d'exploration de l'OCT-A  
est-il adapté à l'évaluation d'une  
pathologie qui affecte la périphérie  
rétinienne ?

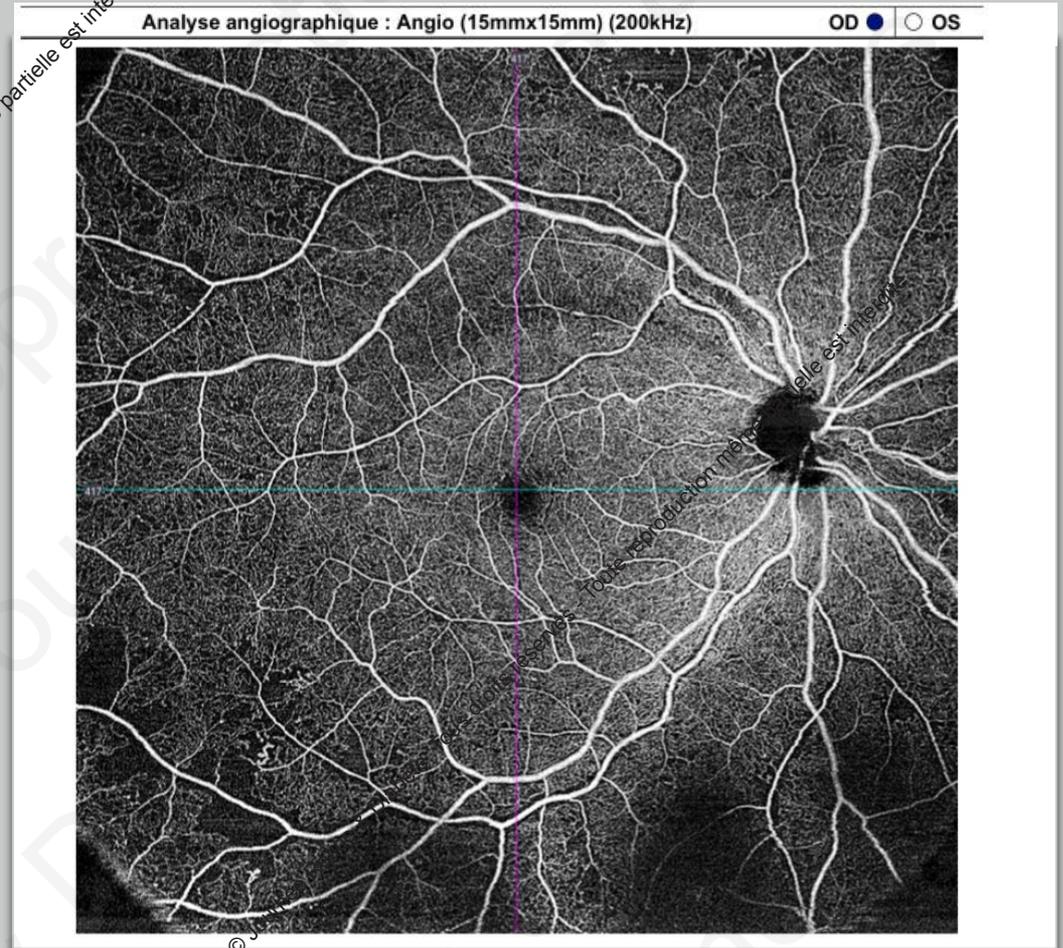
2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

- Les premières plates-formes d'OCTA étaient principalement axées sur la macula,
- En associant plusieurs captures OCT, centrées et excentrées, il est possible grâce à des protocoles de montage OCTA combinant divers petits scans ( $3 \times 3$  mm<sup>2</sup> et  $6 \times 6$  mm<sup>2</sup> ou  $8 \times 8$  mm), d'obtenir une image plus large ayant une bonne résolution axiale et latérale.



- La technologie swept-source appliquée aux techniques d'OCT-A, permet d'obtenir en une acquisition des champs plus larges.
- Ainsi avec le PLEX<sup>®</sup> Elite (Carl Zeiss Meditec, Dublin, Californie, États-Unis), les mises à niveau récentes sont équipées de la possibilité d'acquies des numérisations 15 × 9 mm<sup>2</sup>, 12 × 12 mm<sup>2</sup> et même 15 × 15 mm<sup>2</sup>.
- Ces protocoles d'analyse plus larges réduisent la durée d'analyse lors du montage de plusieurs images.



- Dans les quelques études comparant directement l'OCT-A grand champ à l'AF, les WF SS-OCTA avaient des taux de détection comparables à l'AF UWF,
- pour toutes les lésions de la RD et une excellente concordance avec l'AF dans l'identification des NV, bien que l'OCTA grand champ couvre une zone plus petite.

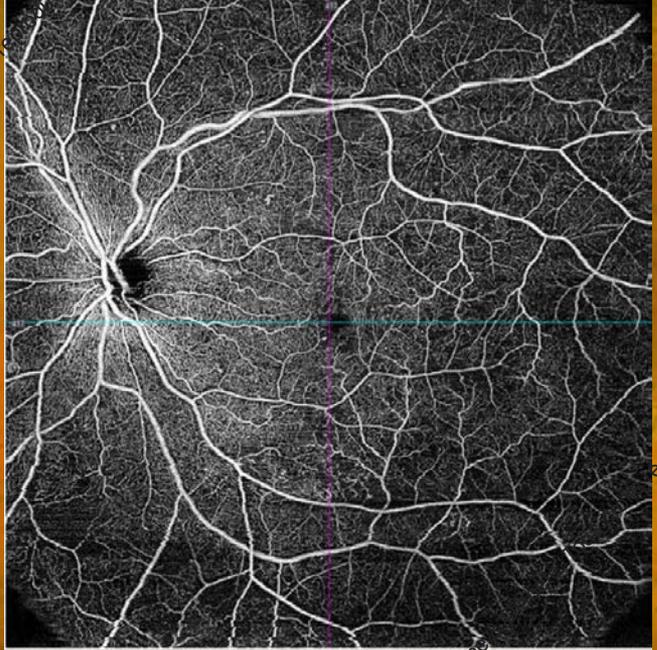
4000  
4000

HD

CIL  
OPTOS, P20  
Latéra  
Red:  
Green:

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

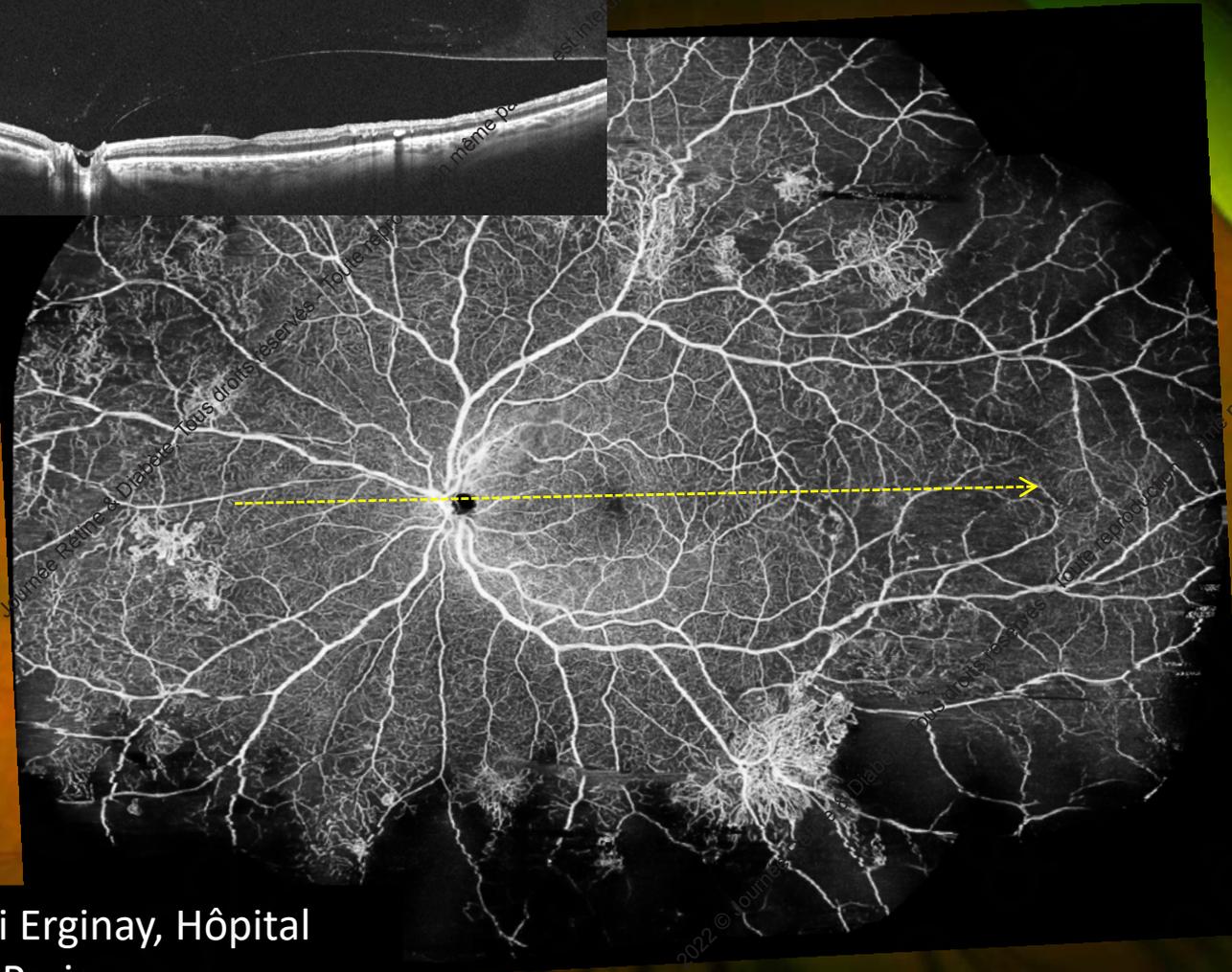
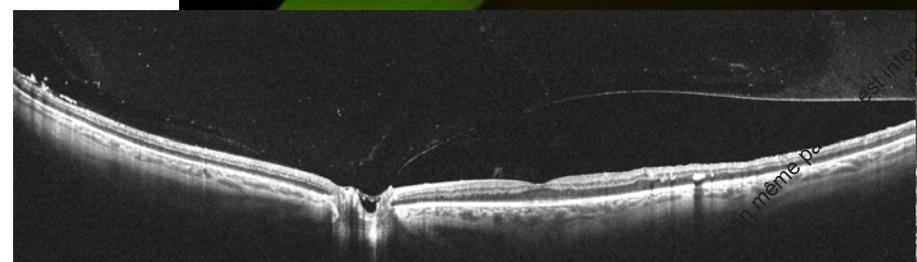
2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.



2022 © Journée Rétine

- La raison de ce phénomène pourrait être liée à la distribution des lésions de la RD.
- Rosenfeld et al. ont analysé 651 yeux avec l'AF UWF et a rapporté que 99,4% des yeux naïfs de traitement avaient des NV qui siégeaient dans le champ de vision explorée WF SS-OCTA (Russel)

- Plus récemment, l'appareil d'OCT-A de canon (Xephilio) permet de réaliser des clichés OCT-A de 18X18mm.



Images Dr Ali Erginay, Hôpital Lariboisière, Paris.

# Les limites de l'OCT-A

- **très sensible aux artefacts de mouvement** tels que les clignements, les mouvements des yeux ou la perte de fixation.
- Cela peut être une réelle difficulté technique lorsque l'OCT-A est utilisé pour les patients ayant une mauvaise vision centrale.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# Autres limites

- Le coût
- Une plus longue durée des temps d'acquisition, d'enregistrement
- Le poids de stockage des images

2022 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

# CONCLUSION

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2022 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

L'OCT-A a-t-elle la même qualité que l'AF pour identifier les anomalies microvasculaires de la RD?

- ✓ Microanevrismes : OCTA < AF
- ✓ AMIR et NV : OCTA = AF
- ✓ NPA et formes précoces : OCT A > AF

# Conclusion

- En outre, lorsque l'OCTA WF est combiné aux photos couleurs UWF, on constate que le taux de détection de toutes les lésions de la RD est identique à celui de l'AF.
- Cela indique que la combinaison de l'OCTA et des clichés du FO par système grand champ peut être une alternative utile et moins invasive que l'AF pour diagnostiquer, surveiller et dépister la RD.