

L'imagerie du Futur du Diabétique

Ali ERGINAY



Service d'Ophtalmologie
Hôpital Lariboisière

2024 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2024 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

Conflits d'intérêts

- AbbVie consultant
- Bayer consultant
- Canon consultant
- Novartis consultant
- Optos consultant

sans rapport avec cette communication

Imagerie du Diabétique

- Imagerie ultra grand champ (UWF)
 - Images couleur
 - Angiographie (AF, ICG)
 - OCT/OCTA
- Optique adaptative
- Echographie
- Appareils portables
- Holographie Laser
- Doppler
- Intelligence artificielle

Imagerie du Diabétique

Les modalités d'imagerie à grand champs offrent plusieurs options pour la documentation et l'évaluation du segment postérieur, y compris

- Images couleur
- Angiographie à la fluorescéine et au vert d'indocyanine
- Autofluorescence

OCT & OCTA

- 100 000 à 400 000 A-scans/s
- 16 à 26 mm d'images UWF B-scan en une seule acquisition (angle de vision de 80°)
- Image UWF OCTA jusqu'à 26 x 21 mm (angle de vision de 130°)
- Mosaïque UWF jusqu'à 31 x 27 mm (angle de vision de >200°)



SILVERSTONE
(Optos)



Clarus 500/700
(Zeiss)



EIDON
(iCare)



MIRANTE
(Nidek)



Xephilio S1
(Canon)



Bmizar
(TowardPi)



YALKAID (Toward π)



PlexElite 9000
(Zeiss)



Dream OCT
(Intalight)

OPTOS Silverstone (P200TxE)

SS-UWF OCT, 1050 nm

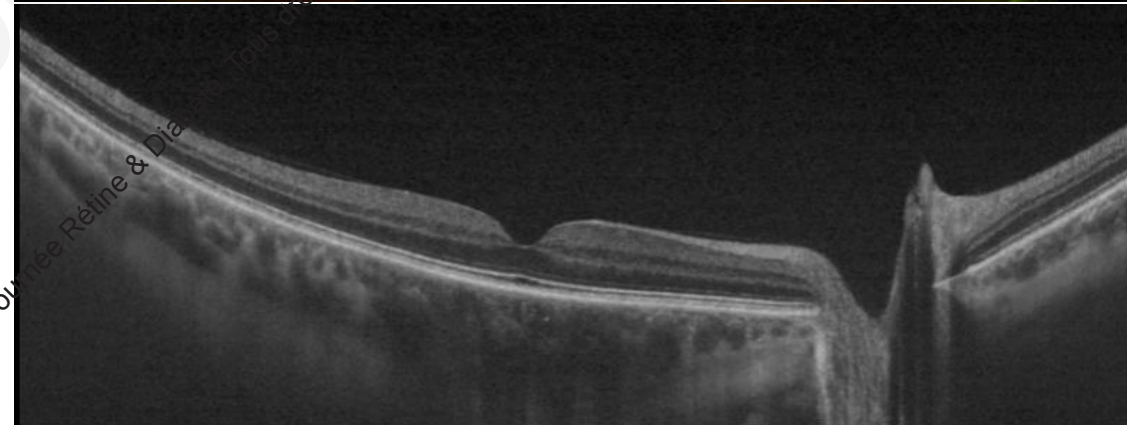
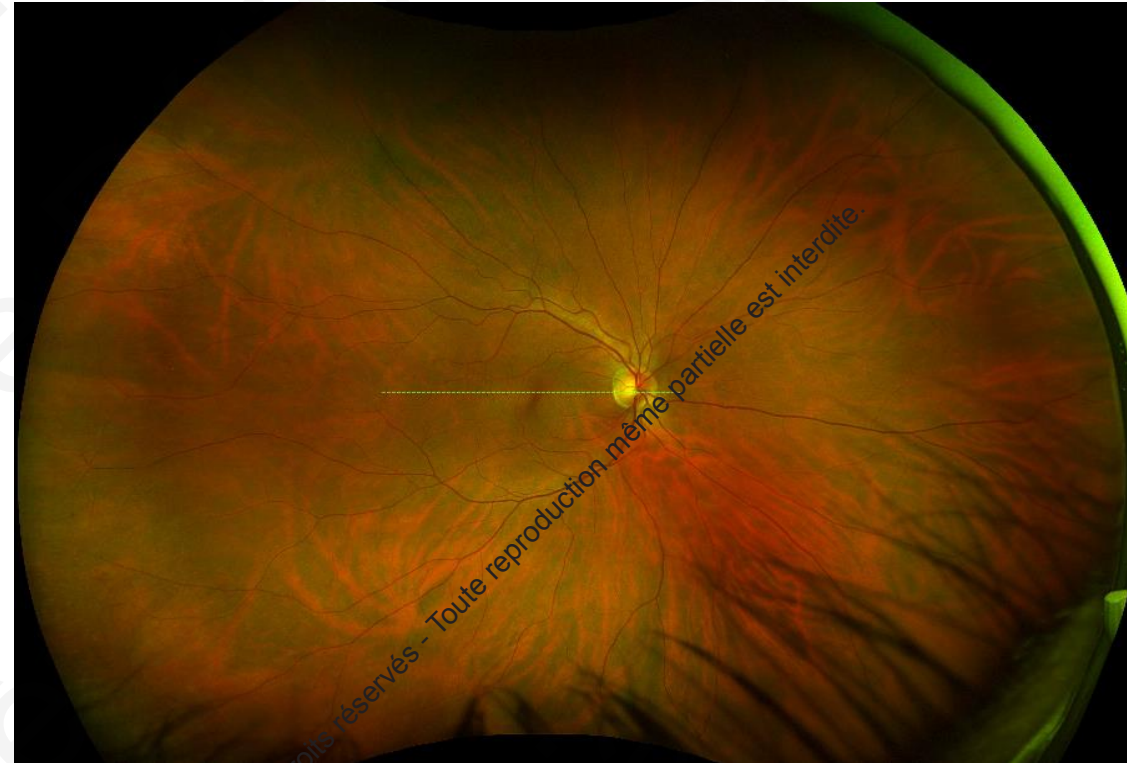
100 000A-scan/sec

Imaging Modalities

- Color
- Sensory (red-free)
- Choroidal
- Autofluorescence (AF)
- Fluorescein (FA)
- Indocyanine Green (ICG)

Scan Types

- Line Scans
 - Width: 6 mm, 14 mm, **23 mm**
- Volume & High-Density Volume Scans
 - Height: Min 3.5 mm; Max 9 mm
 - Width: Min 6.0 mm; Max 14 mm



Optomap California RGB

- 200° image capturing 82% of the retina in less than 5 seconds
- Can be steered in 4 directions which can be montaged for 95% of the retina
- Images captured non-mydrriatic
- Single capture provides both traditional RG and RGB image
- RGB image contains three wavelengths:
 - Red – 633 nm
 - Green – 532 nm
 - **Blue - 488 nm**
- Device includes autofluorescence
- May also have FA and / or ICG
- RGB has been validated by reading center to be equivalent to RG
- RGB provides more aesthetically pleasing image !

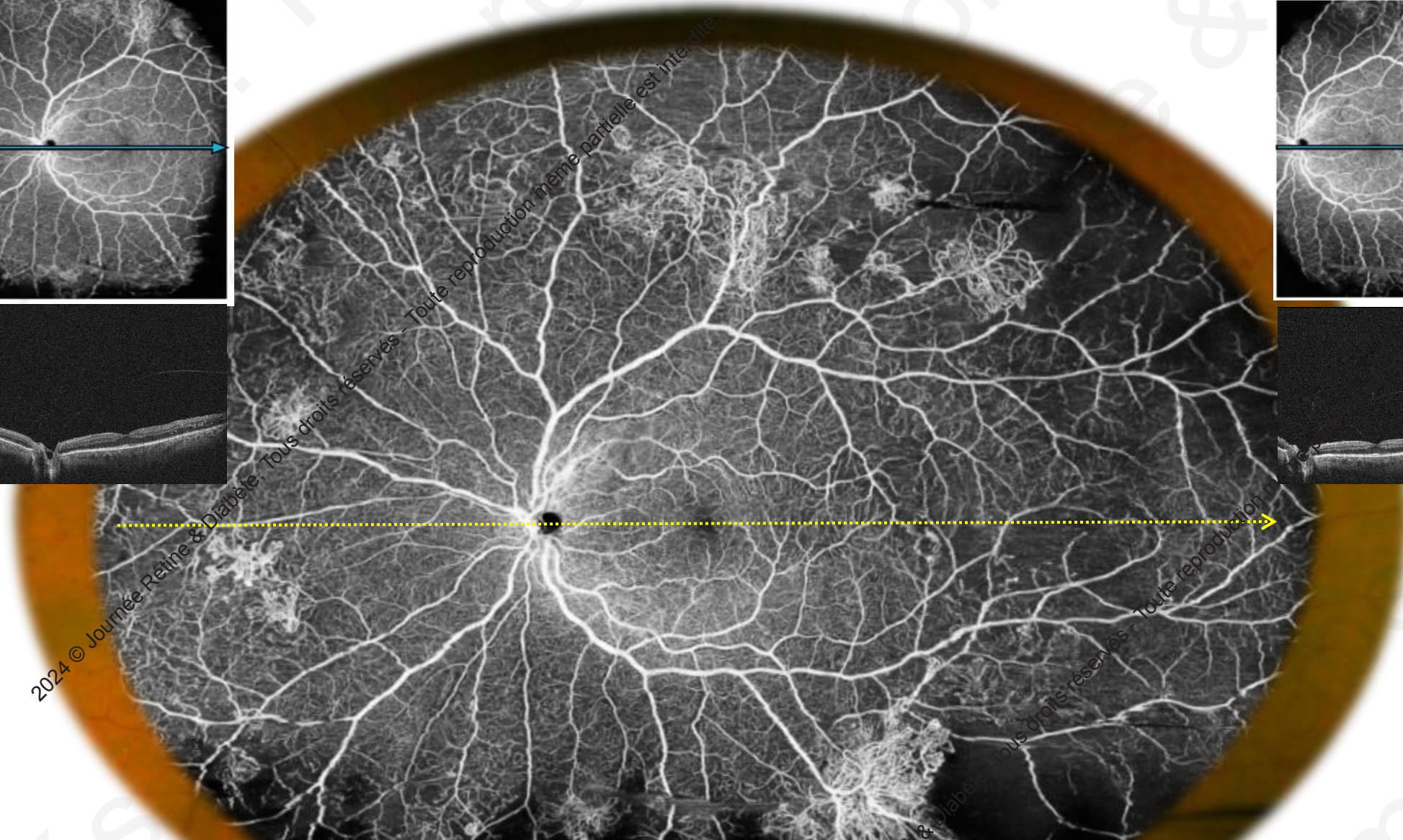
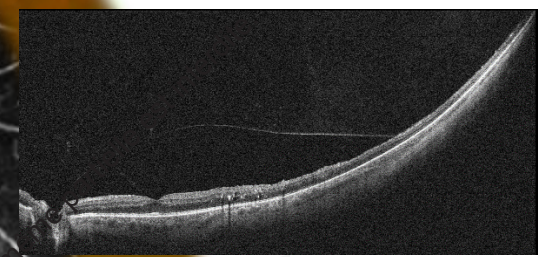
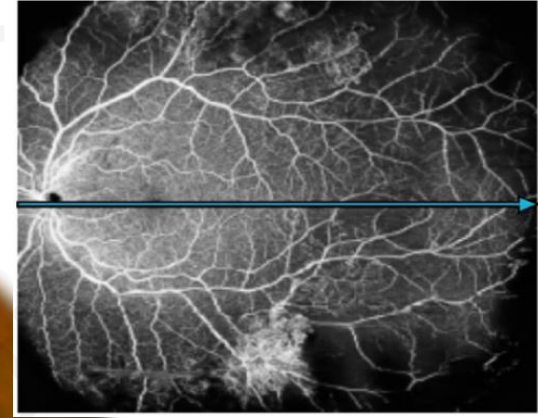
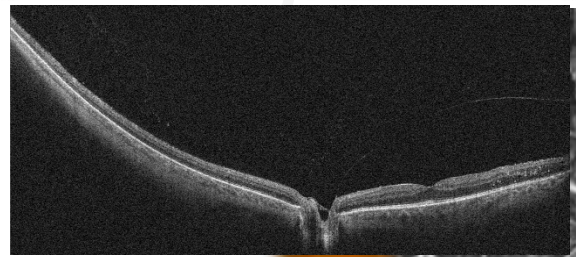




Canon Xephilio S1 (SSOCT/SSOCTA)

- **Swept Source 100 000 A-scans/sn**
- **23 mm** of UWF B-scan images in a single acquisition (*80° viewing angle*)
- UWF OCT image up to **23 x 20 mm**, high density of **928 x 807 pixels**
- UWF Mosaic up to **31 x 27 mm**
- **5.3 mm** scan depth
- Deep Learning AI technology – **Denoise** (*reduced noise*)
- Auto alignment
- SLO/OCT auto focus
- Retinal Tracking

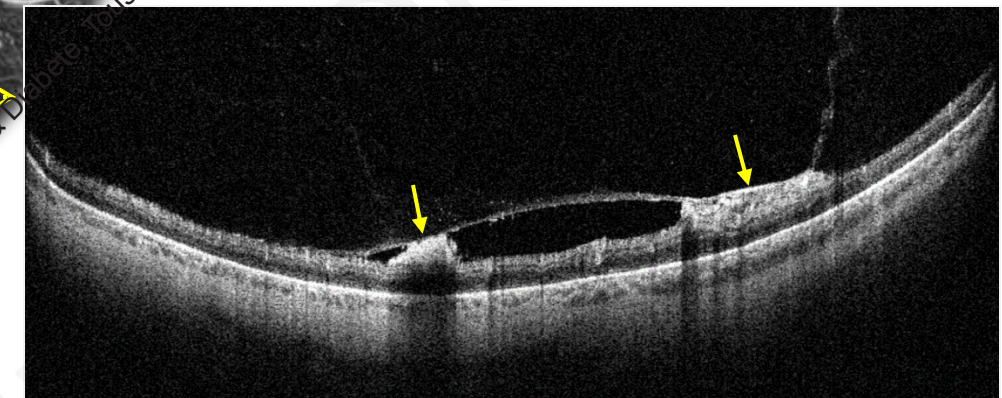
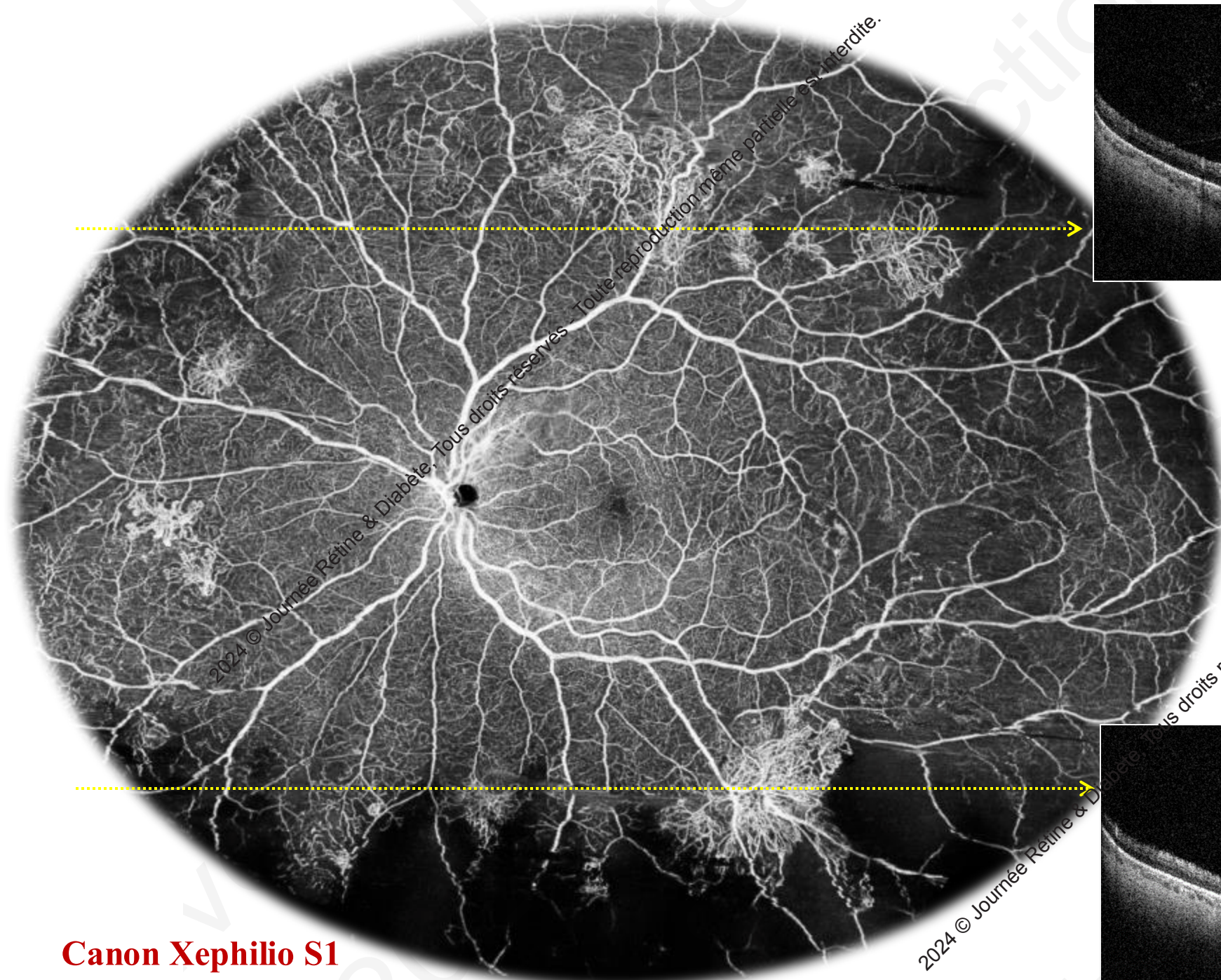




2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

Canon Xephilio S1



Canon Xephilio S1

2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

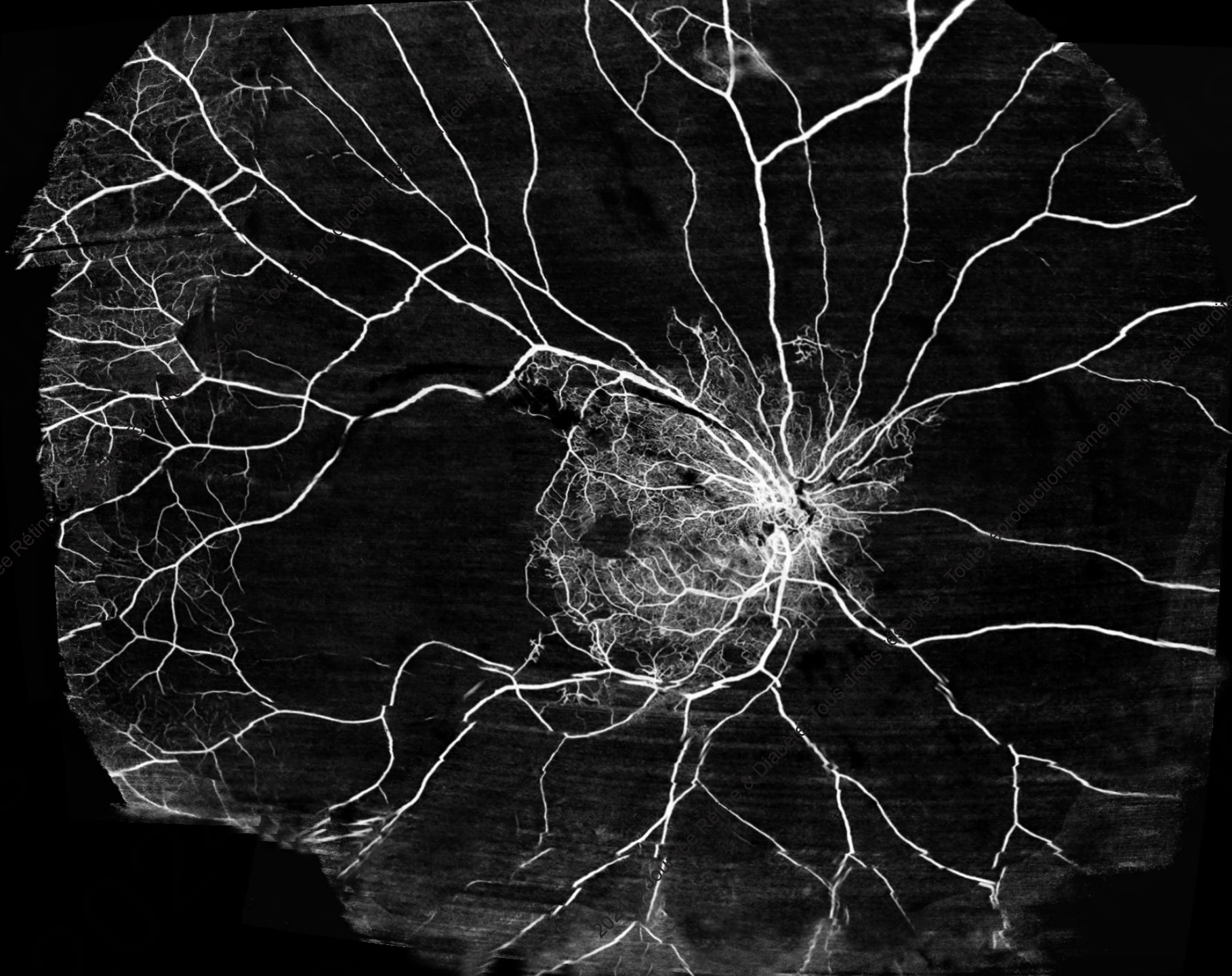
DREAM OCT™ (Intalight Inc.)

Deep | **R**apid | **E**xtensive | **A**ccurate | **M**ultimodal

OCT Swept-Source

- **D**- Profondeur de 12 mm (dans le tissu) pour la rétine et de 16,2 mm (dans l'air) pour le segment antérieur
- **R**- 400,000 A-Scans/s
- **E**- Un champ ultra-large de 26 mm × 21 mm (angle interne de 130°) sur la rétine en un seul balayage, montage >200°
- **A**- L'algorithme
 - TrueAngio™ permet une grande sensibilité de détection des signaux d'écoulement subtils
 - 3D Projection Artefact Removal et Deep Layer™ basés sur l'IA permettent à réduire les artefacts
- **M**- Un ensemble complet de modalités d'imagerie comprenant l'OCT / OCTA rétinien, l'AS-OCT / OCTA et la biométrie





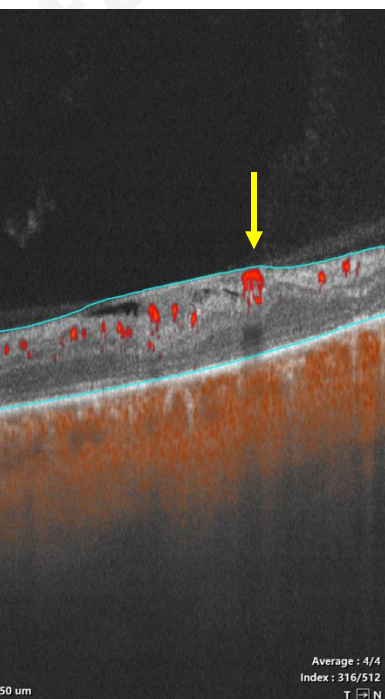
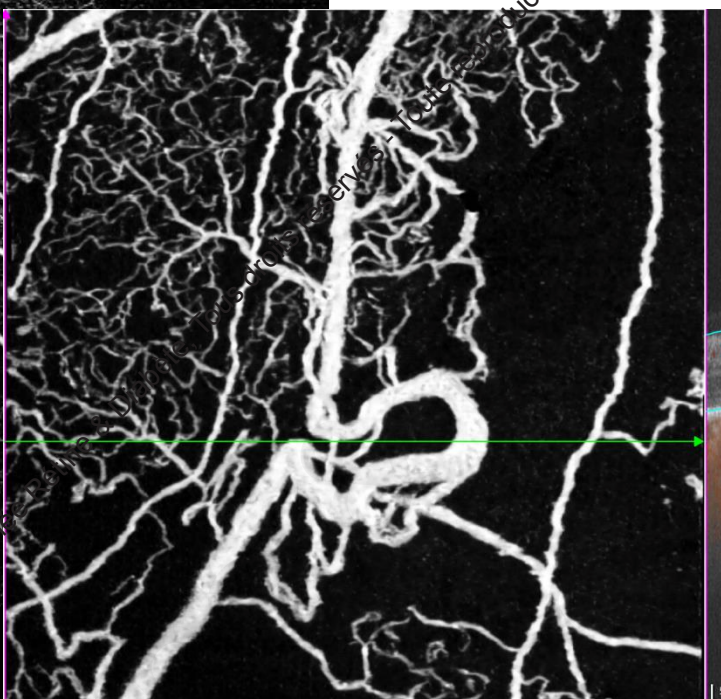
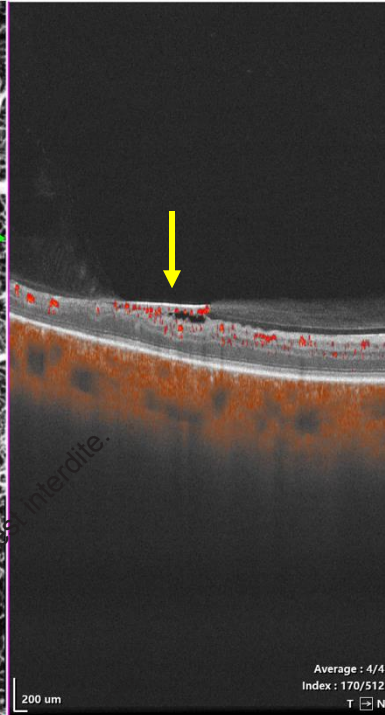
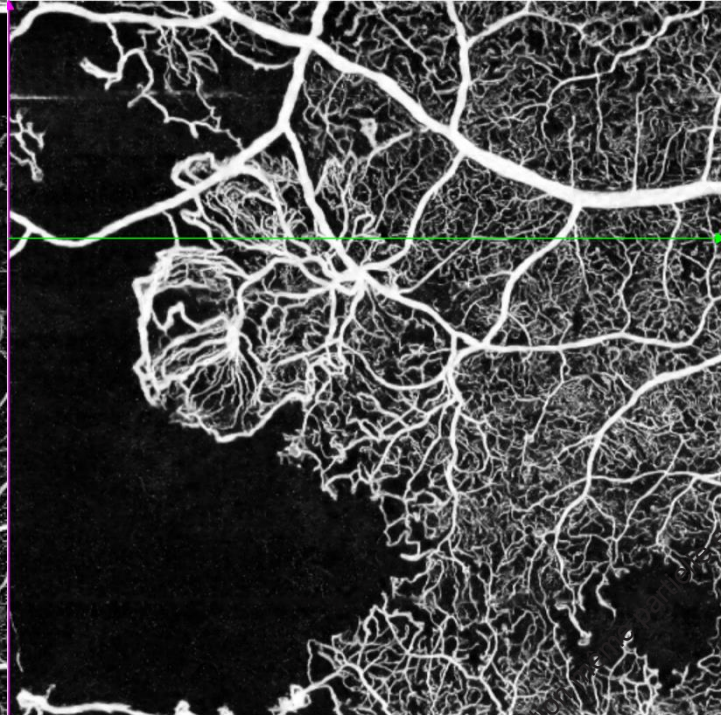
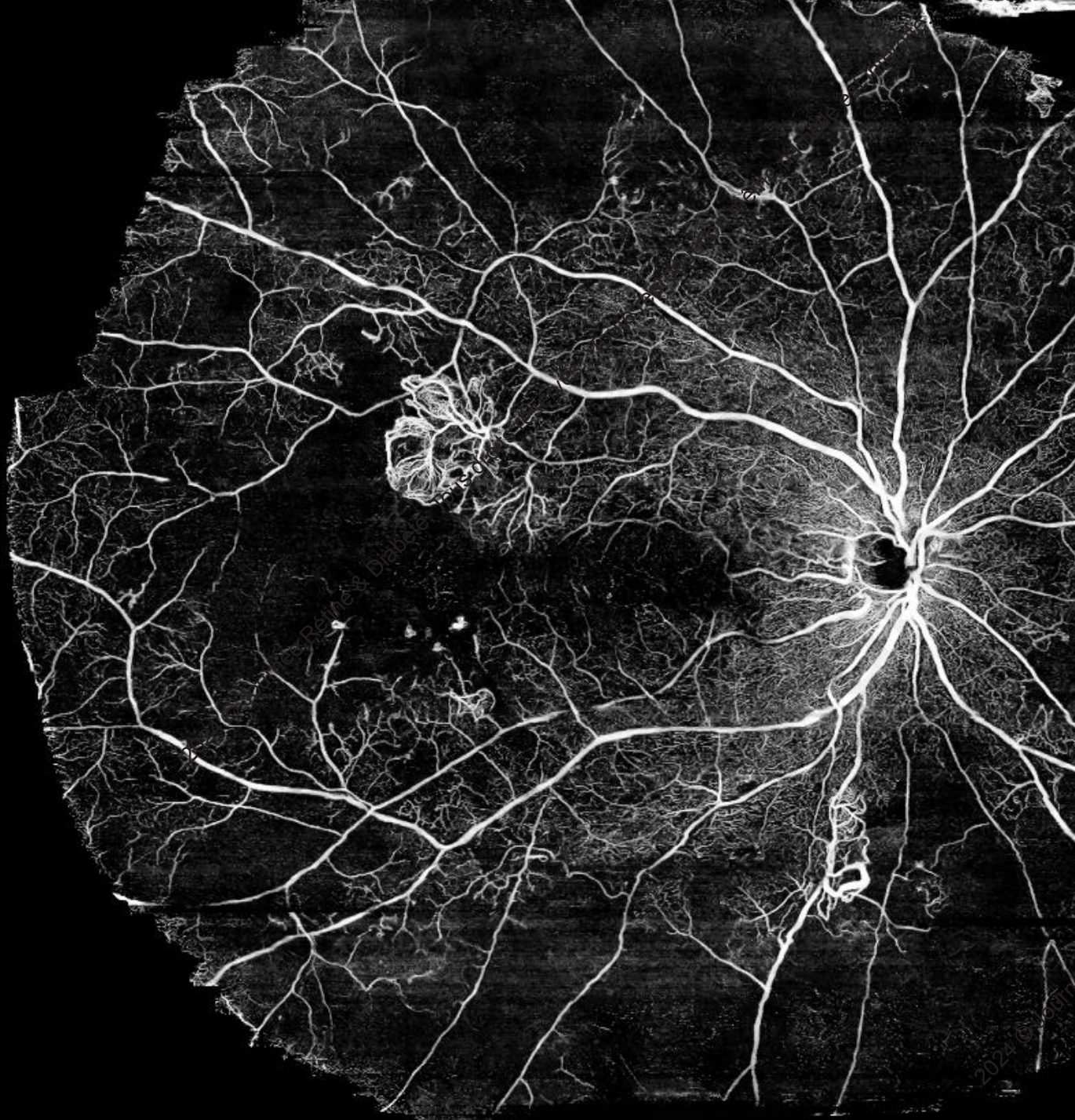
2024 © Journée Rétin

Reproduction interdite

Diabète et yeux

Toute reproduction même partielle est interdite

2024





TowardPi Medical Technology Ltd was founded in Oct 2017 with its core technology originating from Tsinghua University in Beijing



YALKAID (Toward π)

Yalkaid (YG-100K)

- Swept Source 1060nm
- OCTA scan **15x15mm**
- **17mm B-scan** (posterior segment)
- 24mm B-scan (anterior segment)
- **Depth 12mm** (posterior segment)
- Depth 15mm (anterior segment)



BMIZAR (Toward π)

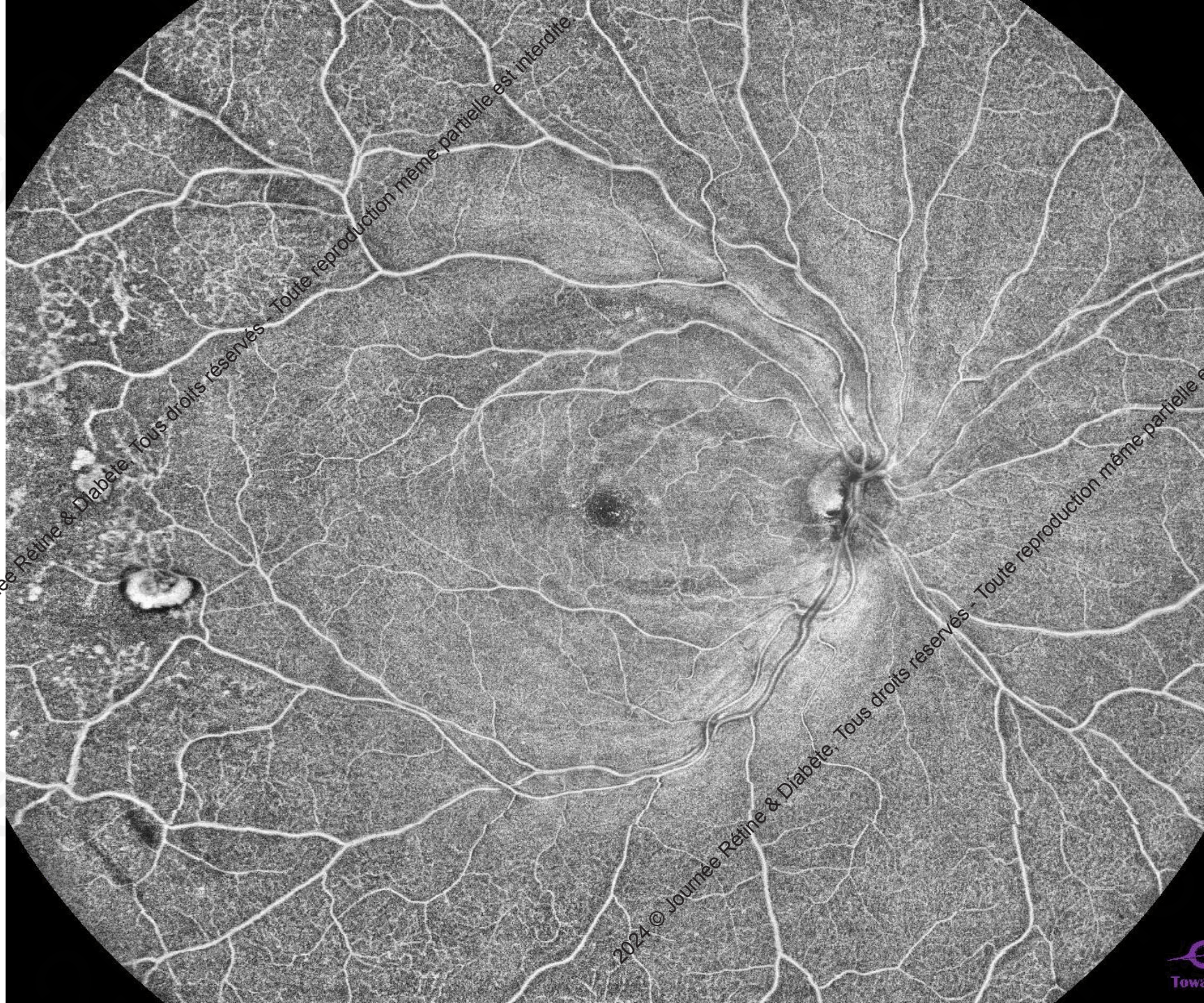
BMizar (BM-400K)

- Swept Source 1060nm
- OCTA scan **24x20mm** (120°)
- **24mm B-scan** (posterior/anterior segment)
- **Depth 6mm** (posterior/anterior segment)
- Field of view 120° single capture

2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

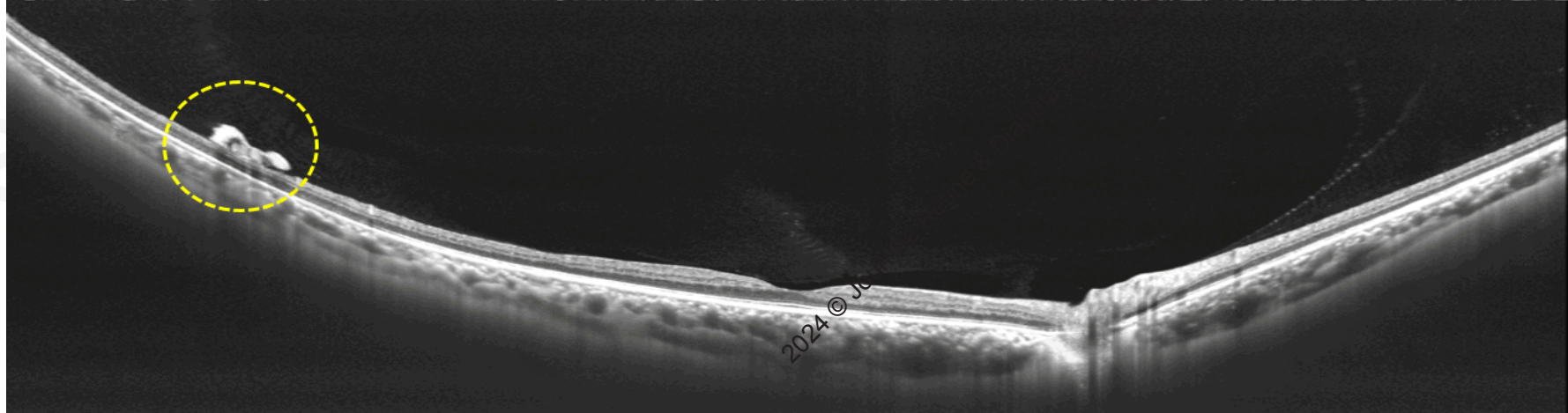


2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.



2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

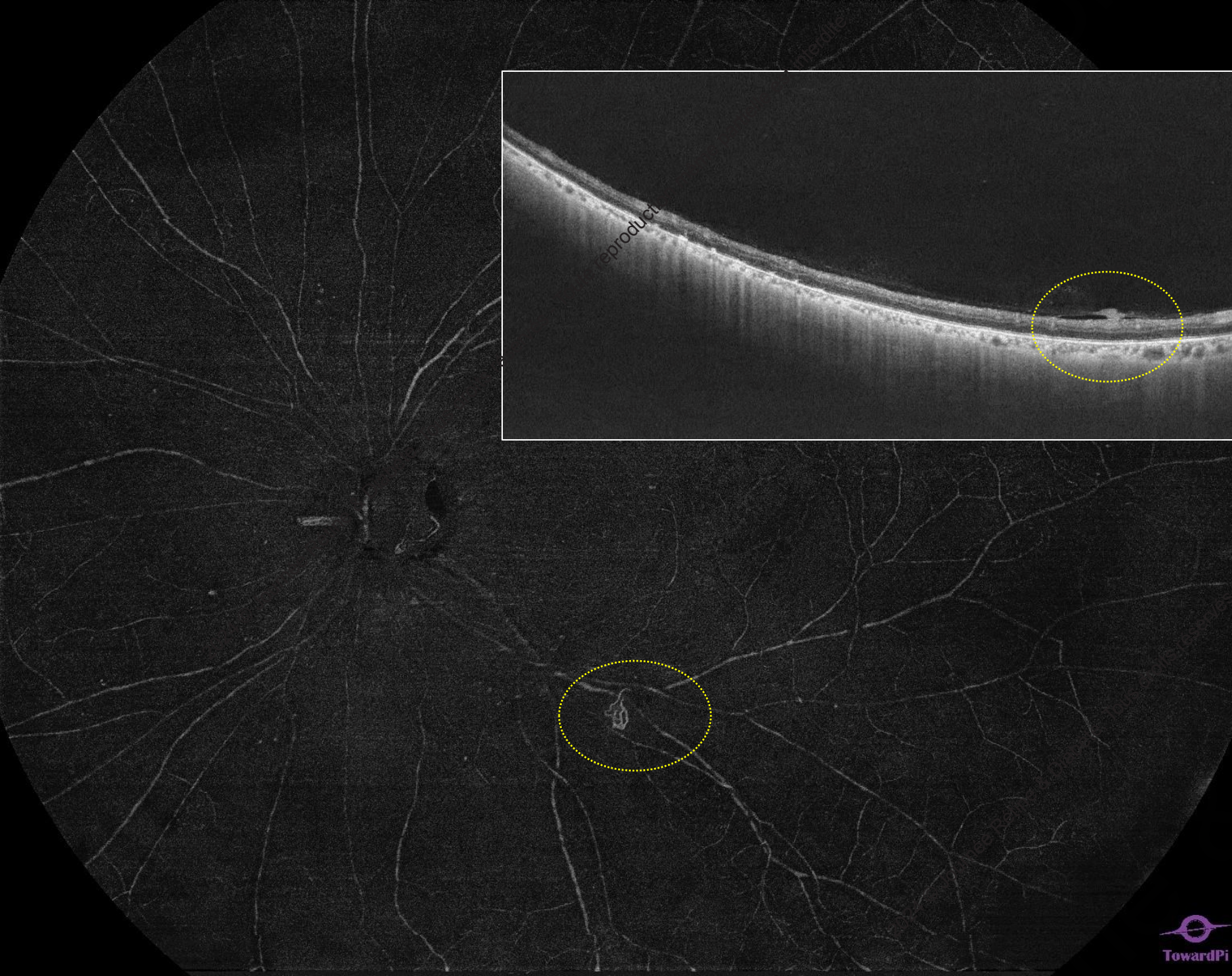
2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.



2024 © Journal

2024 © J

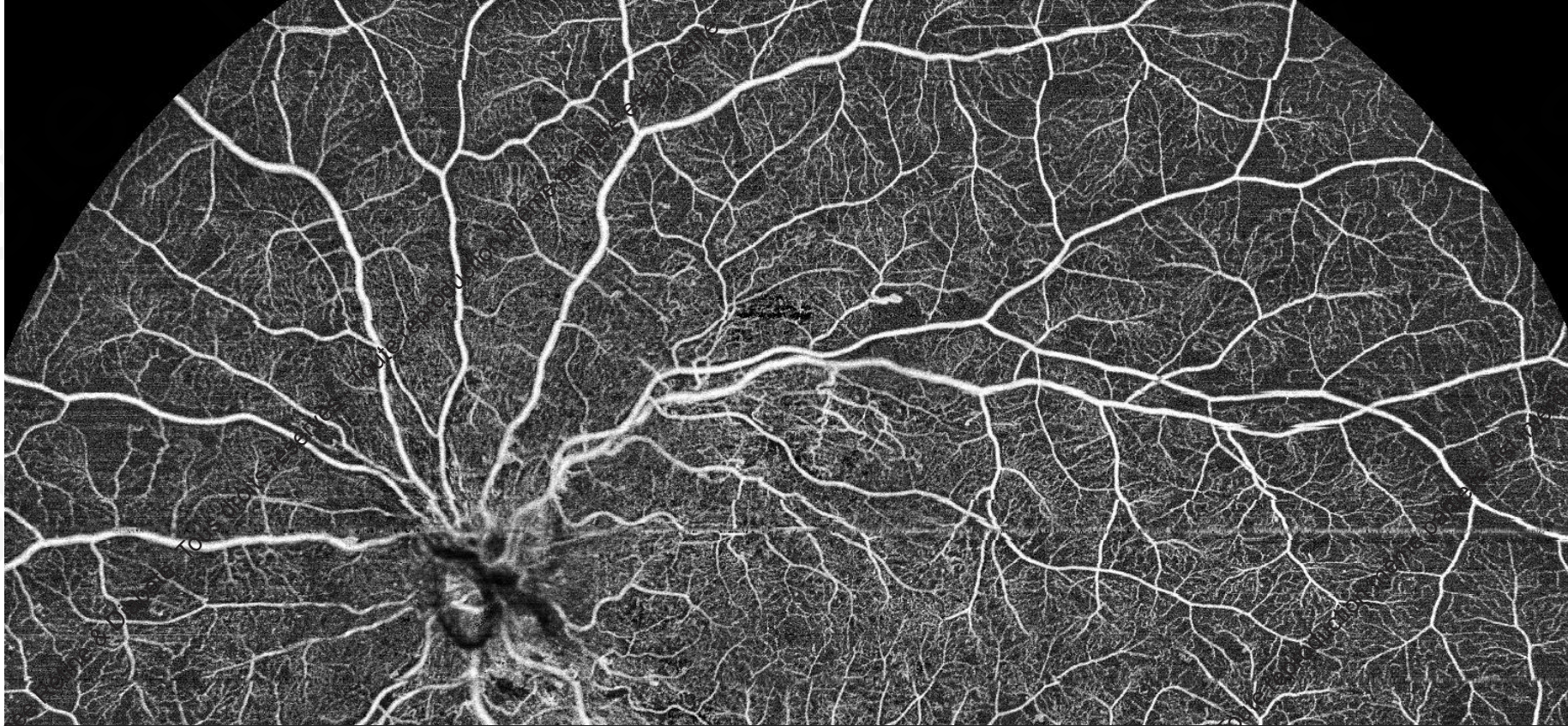
terdite.



Toute reproduction même



BMIZAR (Toward π)

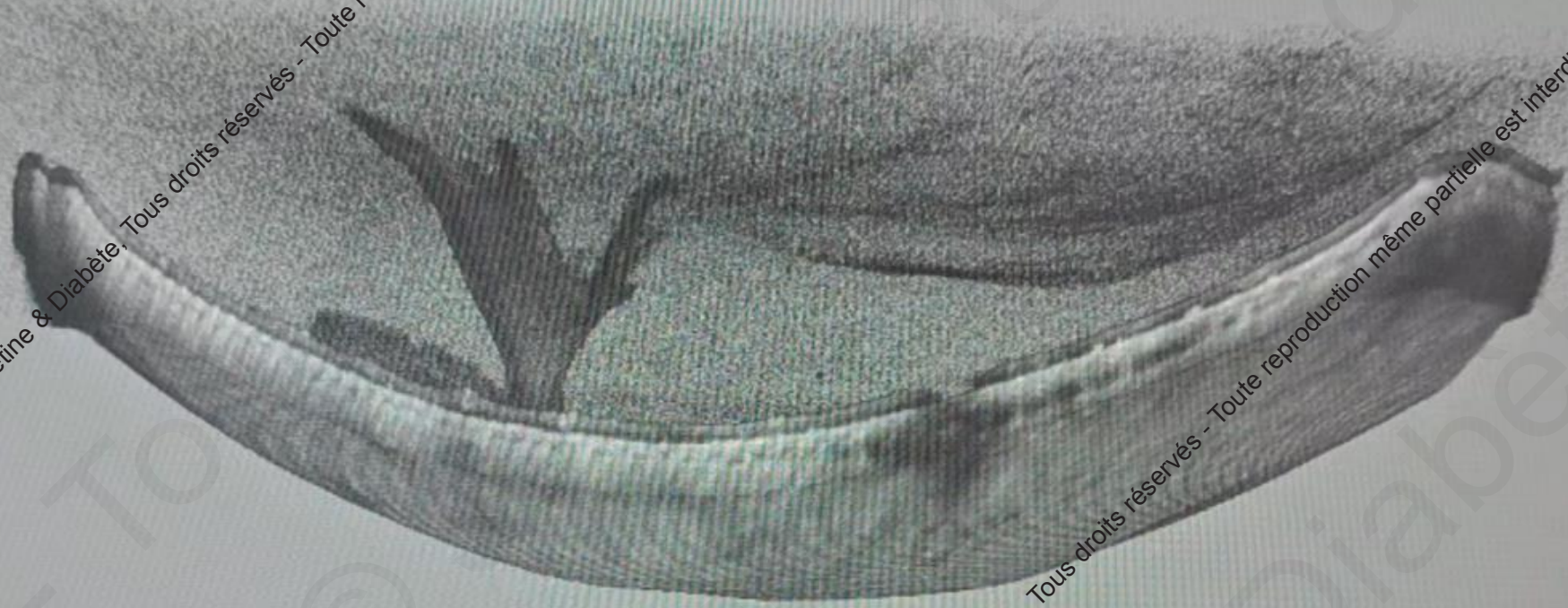


2024 © Jour

2024 © Jour

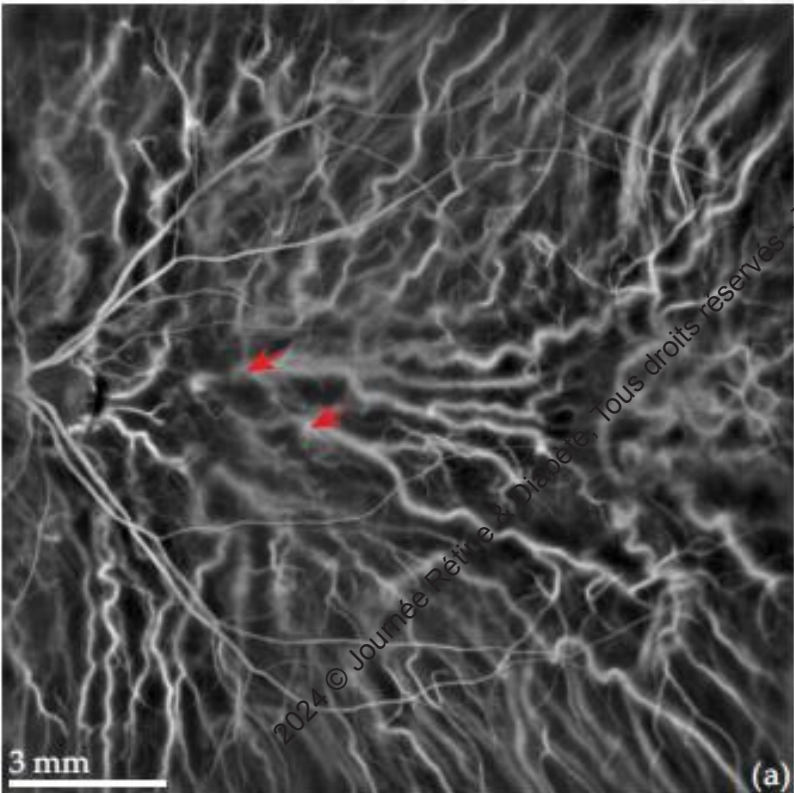


2024 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

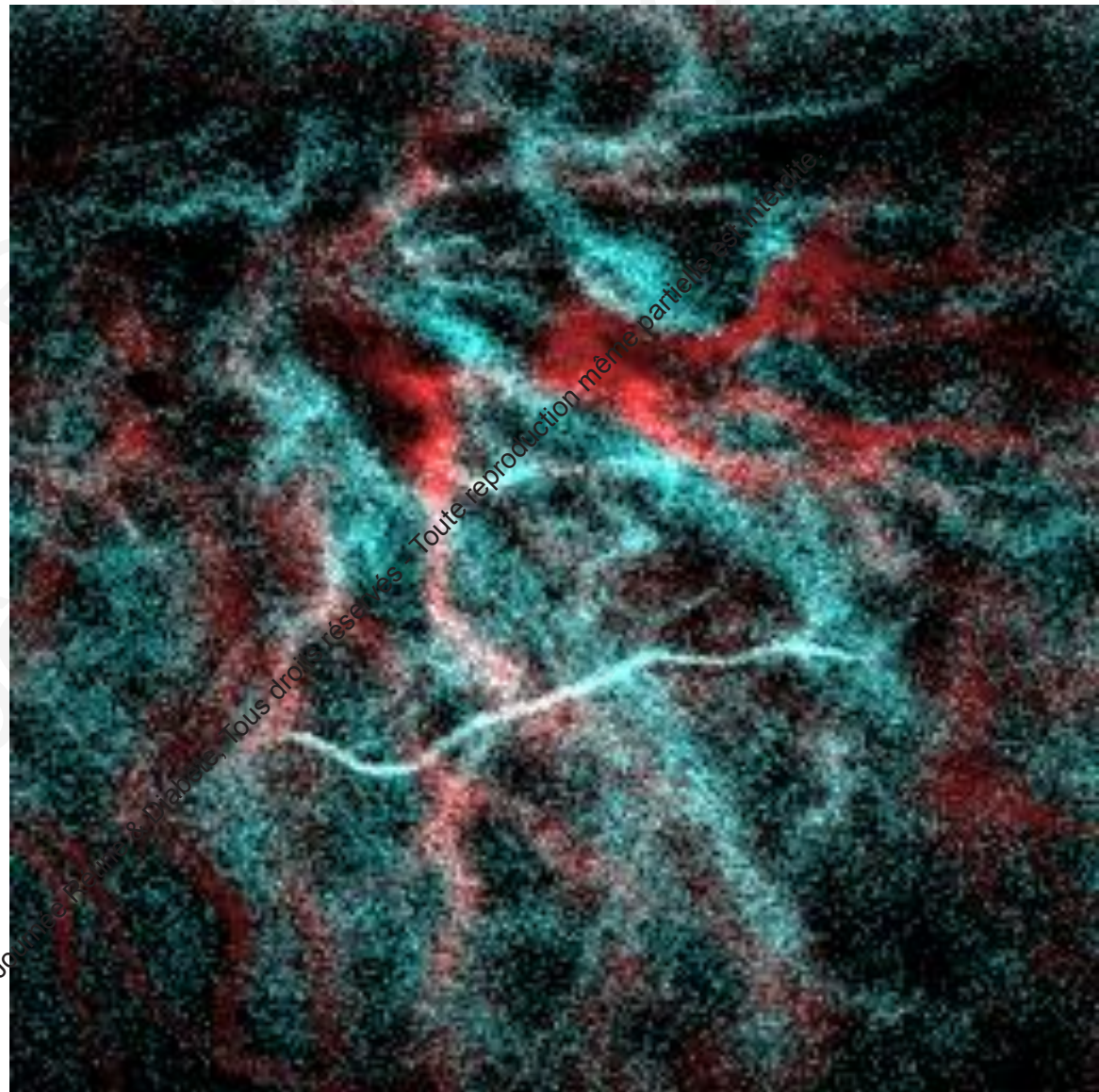
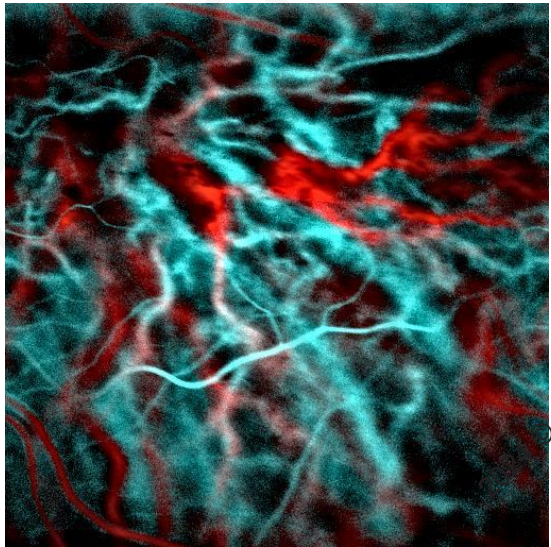
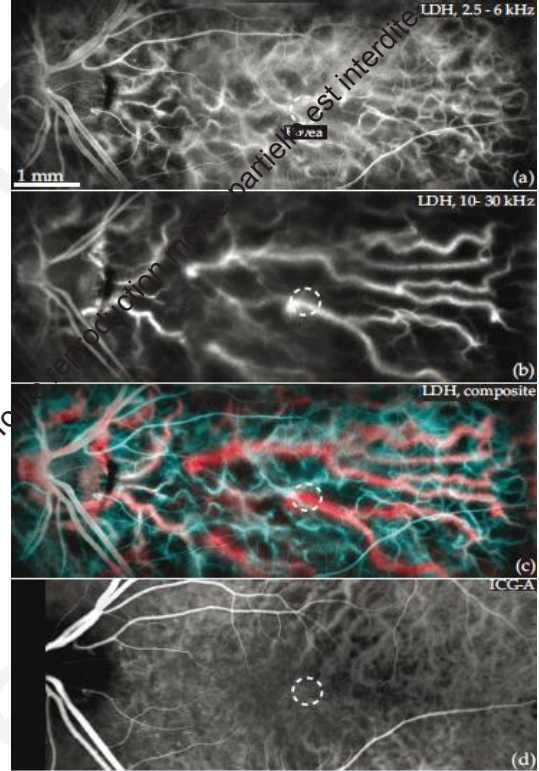


2024 © Journée Rétine & Diabète, Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

Holographie Laser Doppler

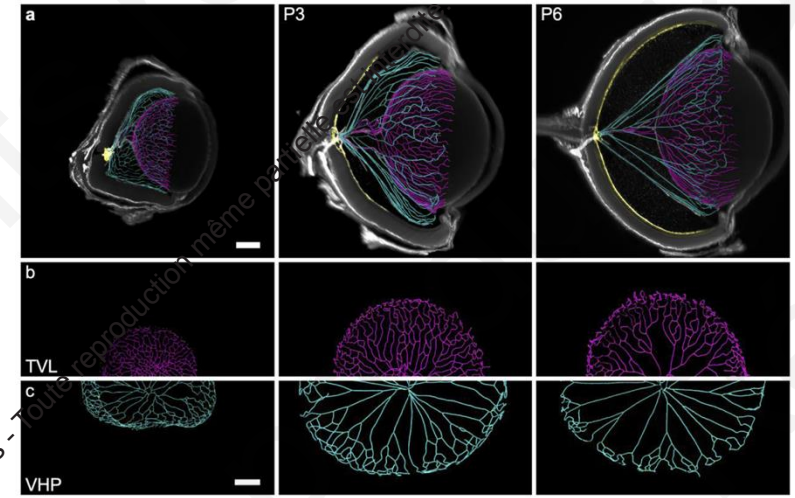
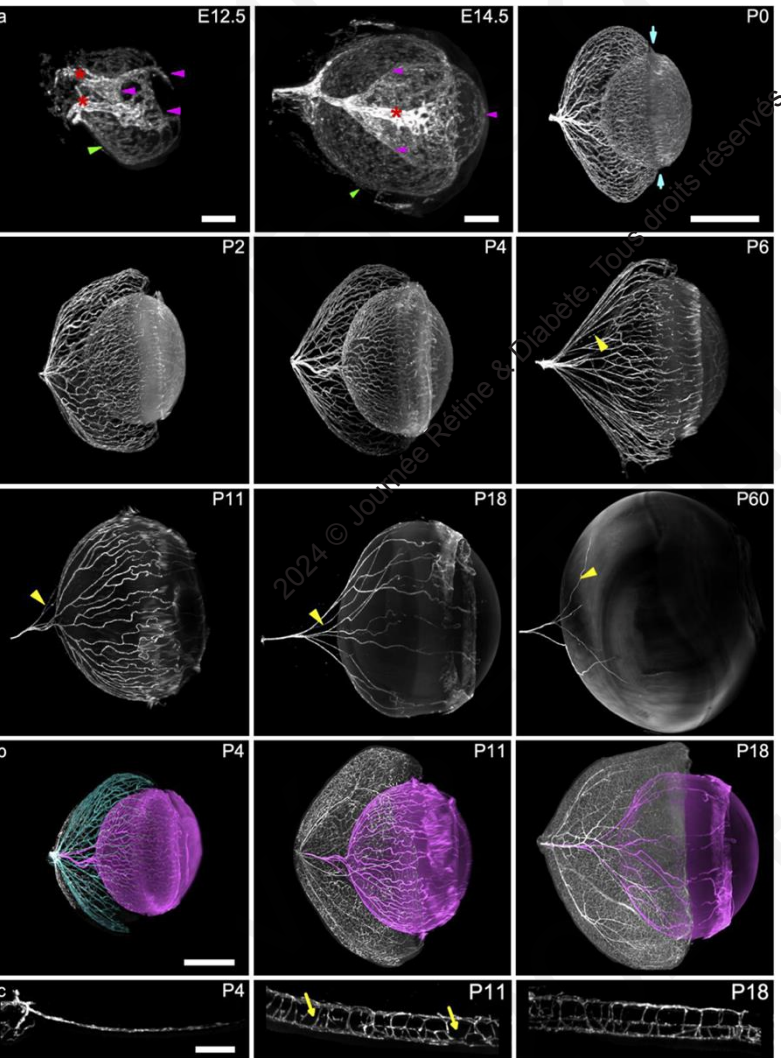


L. Puyo, M. Paques, J.A. Sahel, M. Atlan

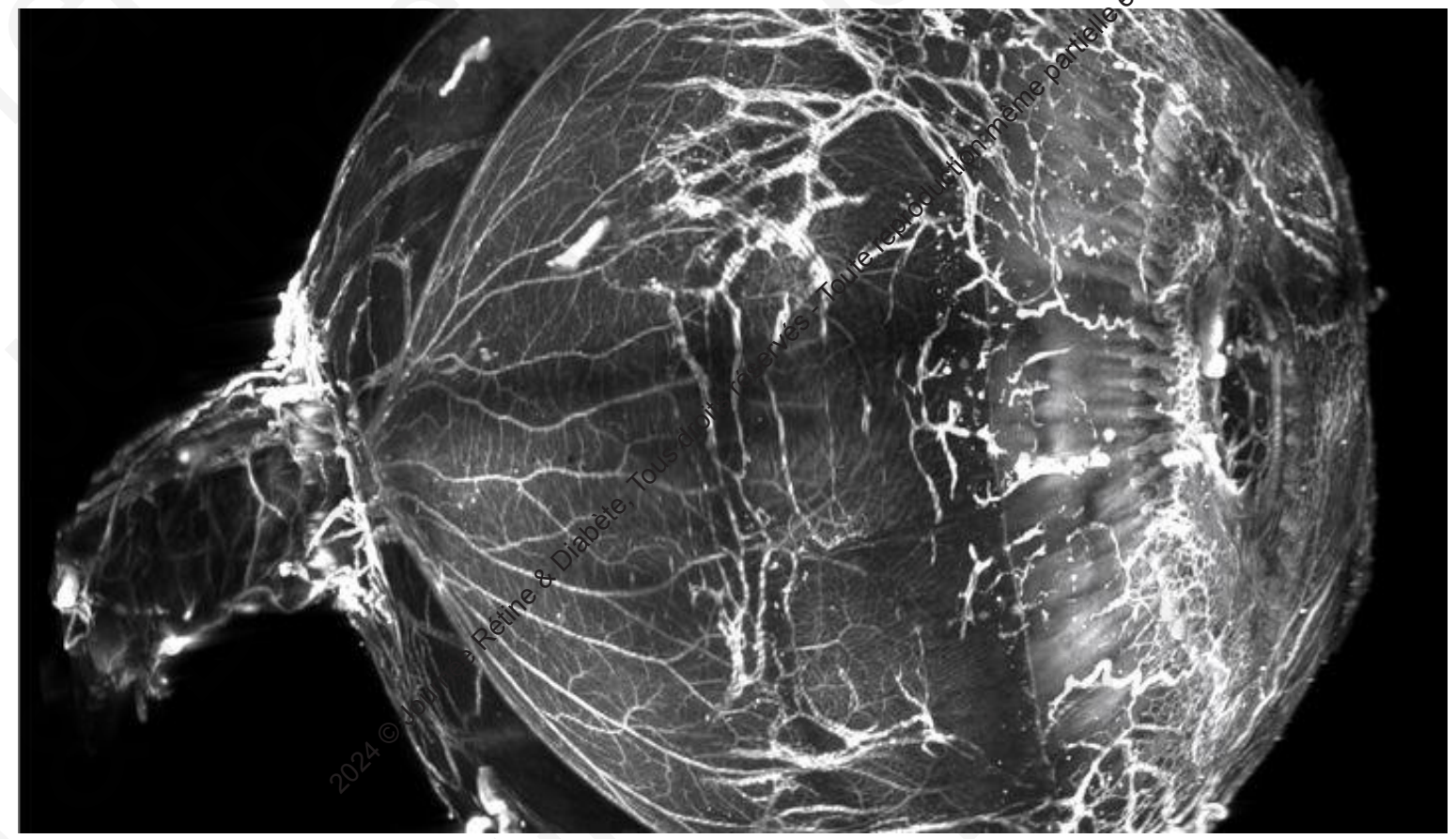


Three-dimensional characterization of developing and adult ocular vasculature in mice using *in toto* clearing

Marie Darche^{1,2}, Anna Verschuere^{1,2,7}, Morgane Belle^{2,7}, Leyna Boucherit^{1,2}, Stéphane Fouquet², José Alain Sahel^{2,3,4}, Alain Chédotal², Ilaria Cascone^{5,6} & Michel Paques^{1,2,8}



L'imagerie à haute résolution d'un œil humain entier par transparisation



© 2024 © Journée Rétine & Diabète. Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

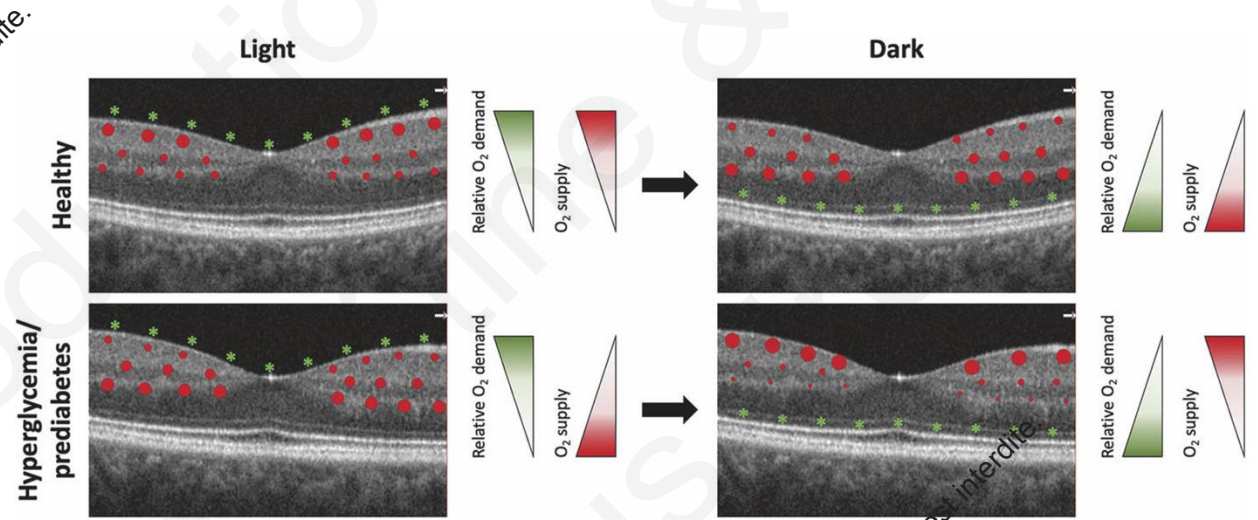
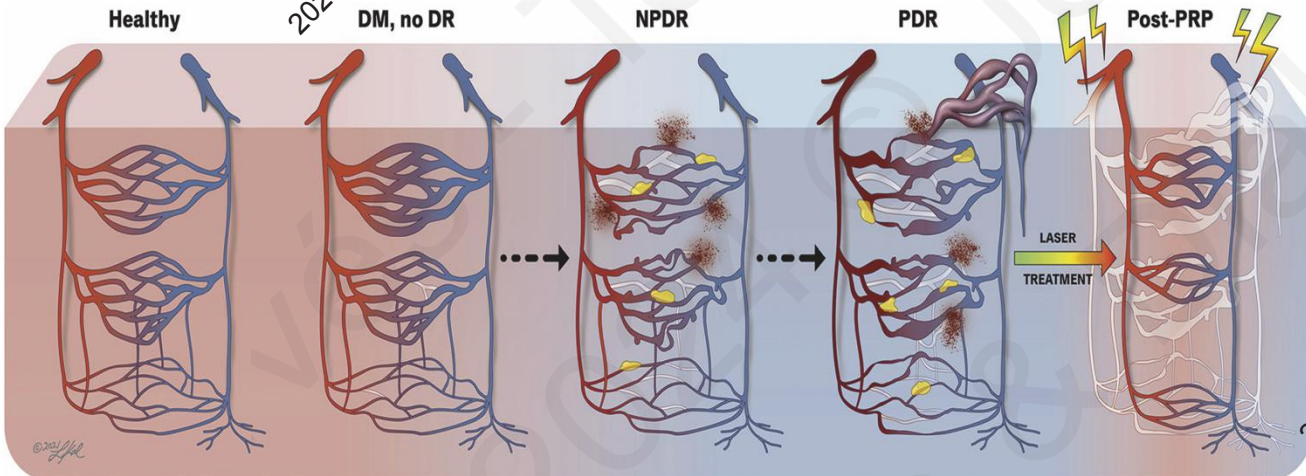
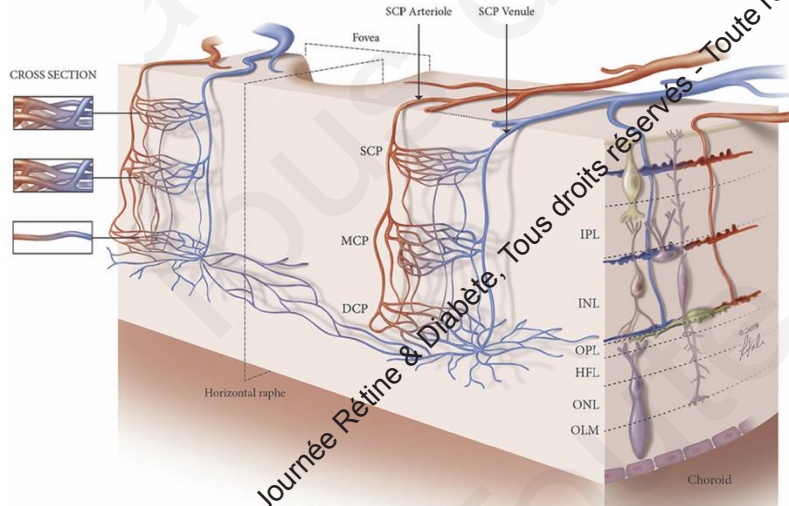
REVIEW ARTICLE

Perspectives on diabetic retinopathy from advanced retinal vascular imaging

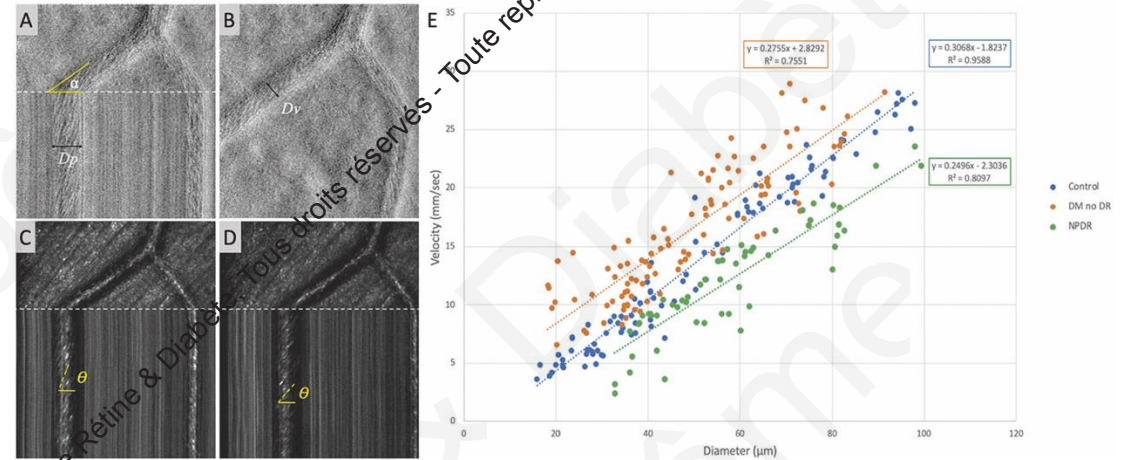
Janice X. Ong¹ and Amani A. Fawzi¹

Eye (2022) 36:319–327

Check for updates



Hyperglycaemic and early diabetic eyes show reversal of neurovascular coupling.



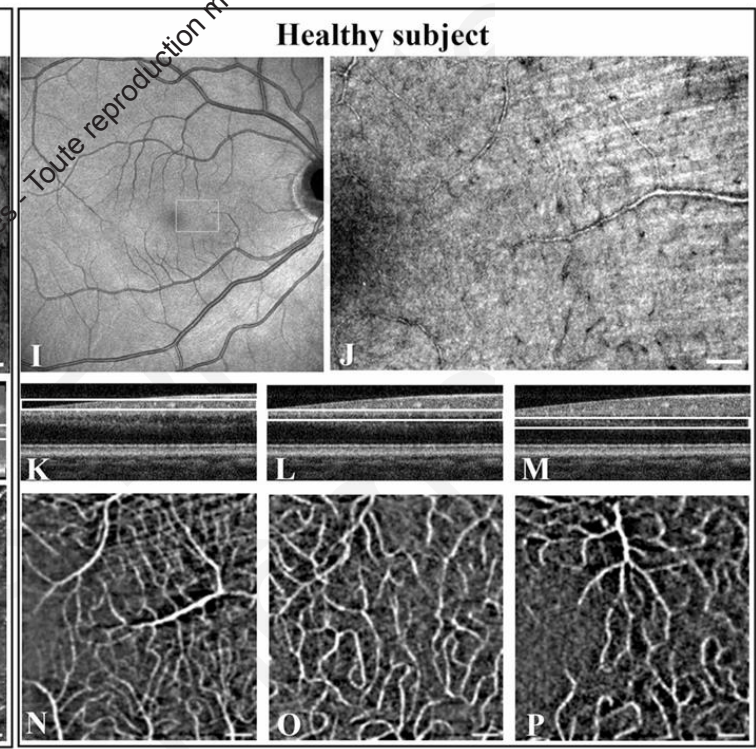
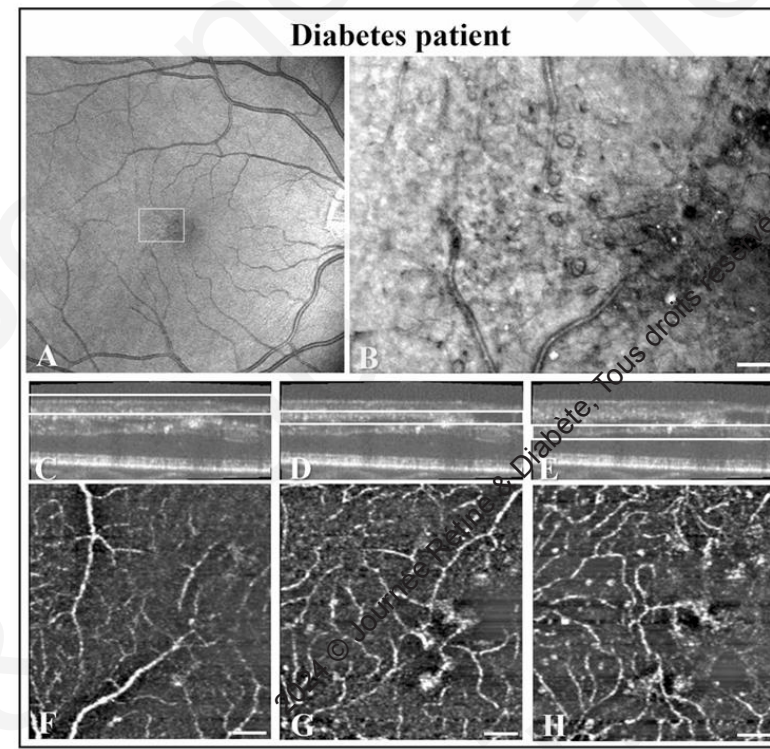
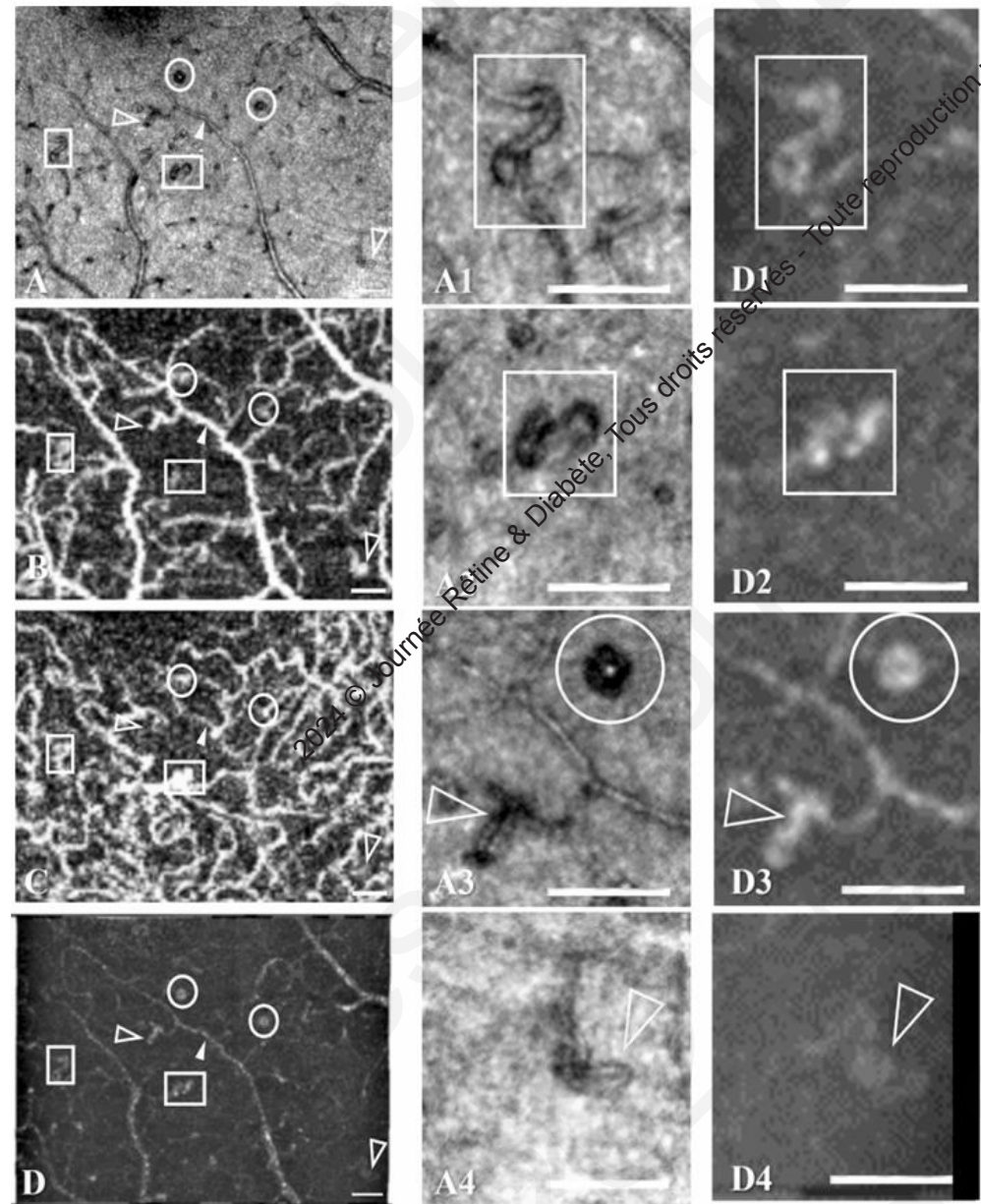
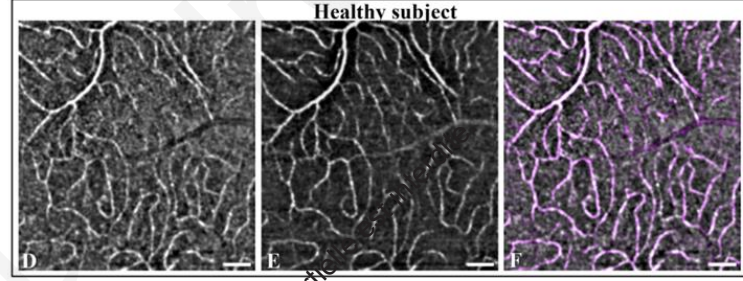
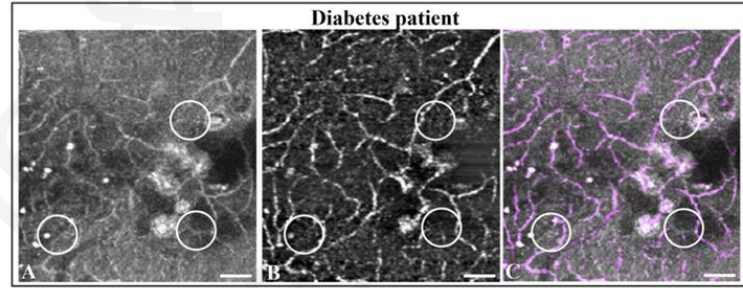
Adaptive optics scanning laser ophthalmoscopy

AOSLO-XT imaging suggests blood flow is increased in diabetic eyes without DR

Detection of capillary abnormalities in early diabetic retinopathy using scanning laser ophthalmoscopy and optical coherence tomography combined with adaptive optics

Marie Elise Wistrup Torm^{1,2,3}, Michael Pircher⁴, Sophie Bonnin^{4,5,6}, Jesper Johannesen^{2,7,8}, Oliver Niels Klefter^{4,2}, Mathias Falck Schmidt^{2,9}, Jette Lautrup Frederiksen^{2,9}, Nicolas Lefaudeux¹⁰, Jordi Andilla¹¹, Claudia Valdes¹¹, Pablo Loza-Alvarez¹¹, Luisa Sanchez Brea^{12,13,14}, Danilo Andrade De Jesus^{12,13,14}, Kate Grieve¹⁵, Michel Paques^{4,5}, Michael Larsen^{4,2} & Kiyoko Gocho^{4,5}

Scientific Reports | (2024) 14:13450

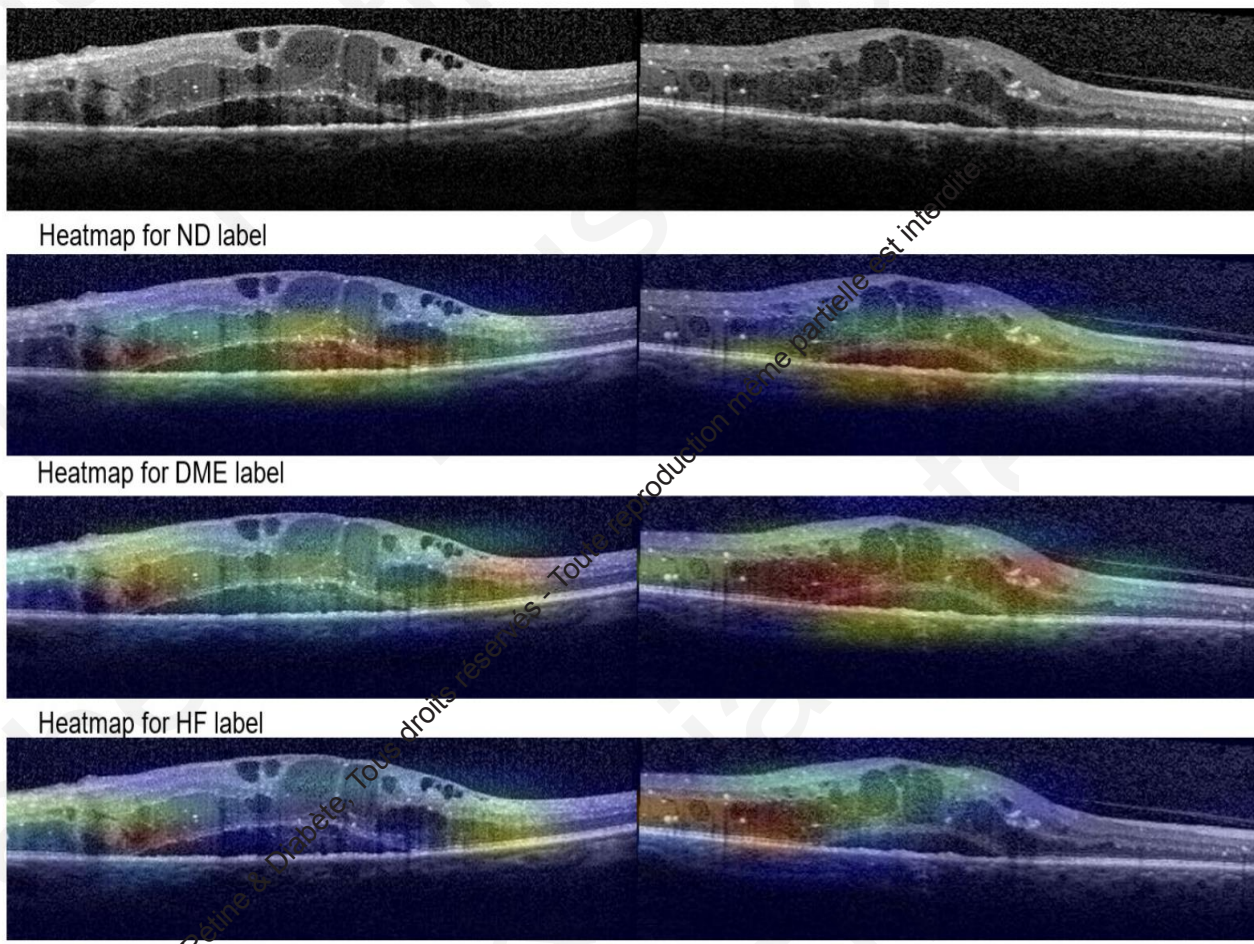
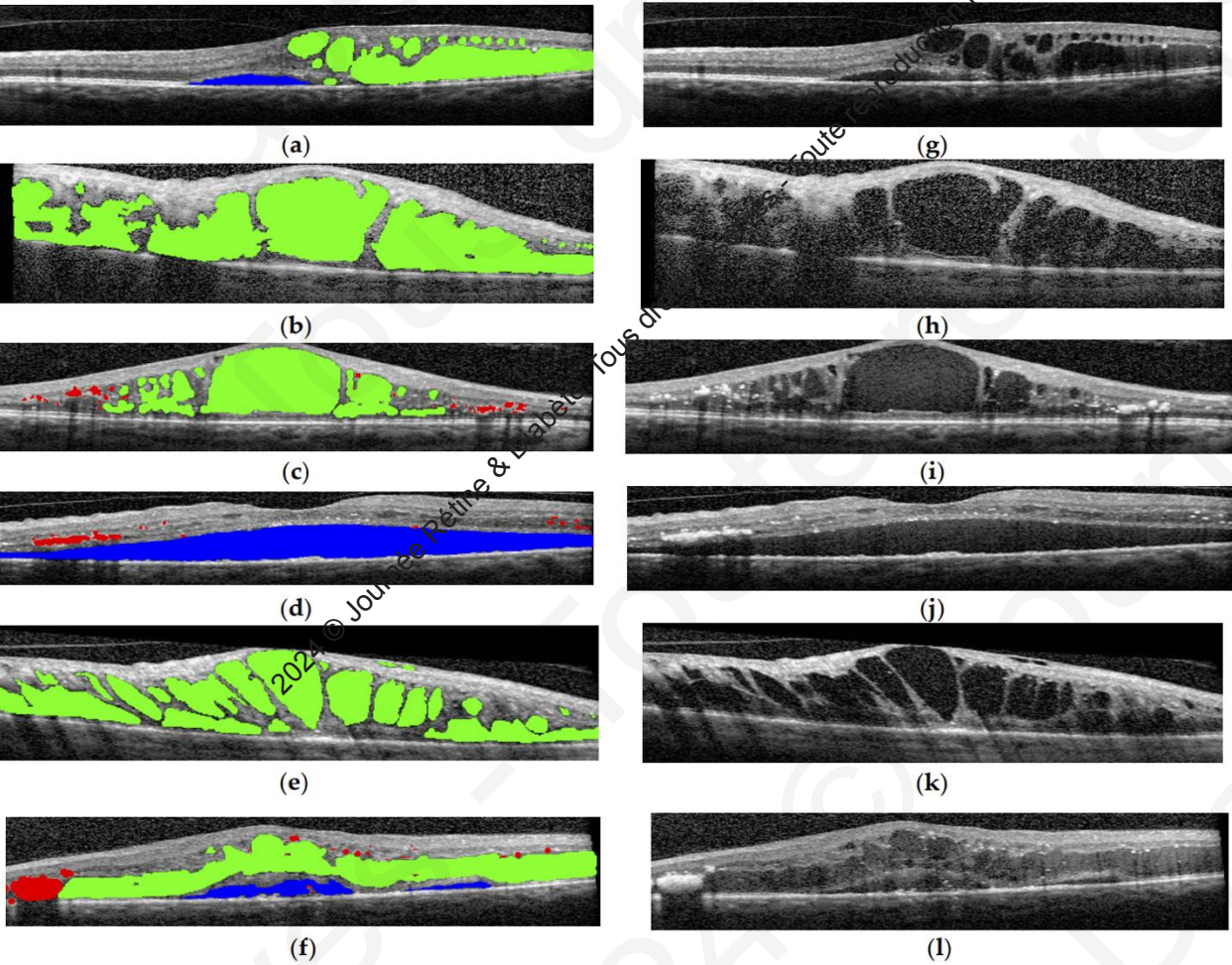


Article
Diabetic Macular Edema Optical Coherence Tomography Biomarkers Detected with EfficientNetV2B1 and ConvNeXt

Corina Iuliana Suci¹, Anca Marginean^{2,*}, Vlad-Ioan Suci³, George Adrian Muntean¹ and Simona Delia Nicoară^{1,4}

28 December 2023

Le « modèle des trois biomarqueurs » est capable d'identifier des décollements neurosensoriels sous-fovéaux évidents, un œdème rétinien et des foyers hyperréfléchissants, ainsi que de très petits décollements sous-fovéaux.



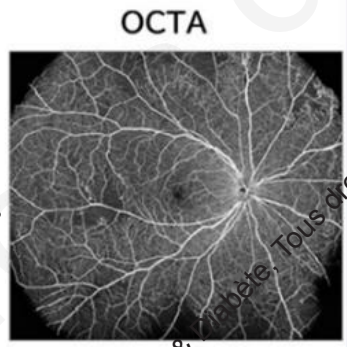
Exemples d'annotations d'images au niveau des pixels pour l'entraînement. La colonne de gauche contient des images maculaires annotées par l'homme, tandis que la colonne de droite contient des images OCT originales. a,g) œdème et espaces cystoïdes ; b,h) œdème et espaces cystoïdes ; (c,i) les espaces cystoïdes et les foyers hyperréfléchissants (HF) ; d,j) le décollement neurosensoriel (ND) et l'IC ; (e,k) les espaces cystoïdes ; (f,l) lésions combinées. Vert : œdème et espaces cystoïdes ; bleu—ND ; rouge : HF.

Visualisations Grad-Cam pour ND, DME et HF

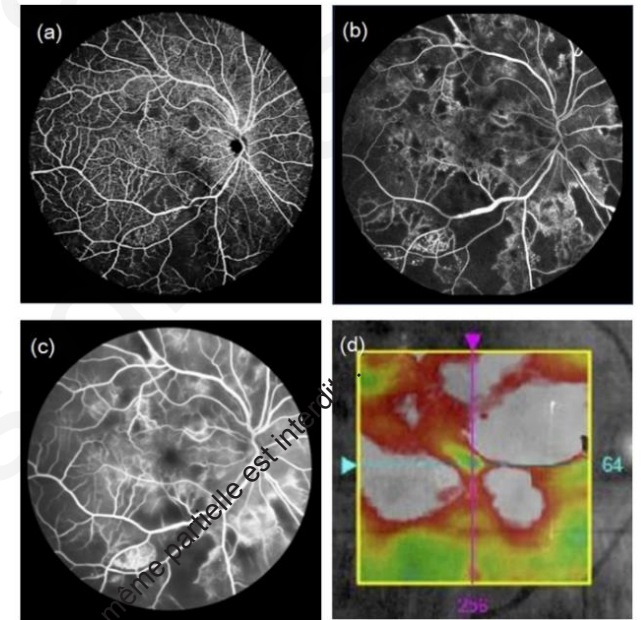
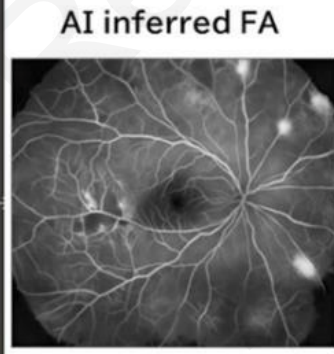
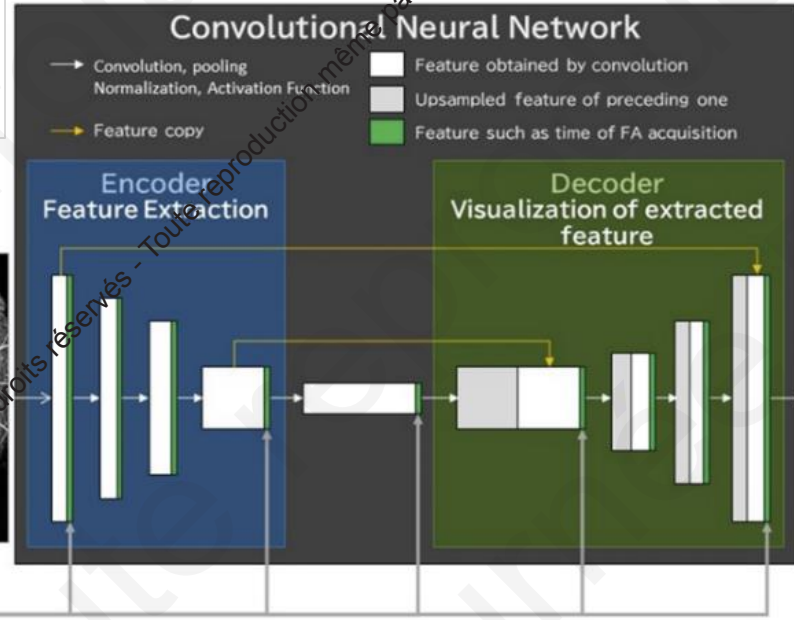
OCT-angiography based artificial intelligence-inferred fluorescein angiography for leakage detection in retina [Invited]

TOSHINORI MURATA,¹ TAKAO HIRANO,¹ HIDEAKI MIZOBE,² AND SHUHEI TOBA²

¹Department of Ophthalmology, School of Medicine, Shinshu University, 3-1-1 Asahi Matsumoto, Nagano, 390-8621, Japan
²Canon Inc. 30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo 146-8501, Japan

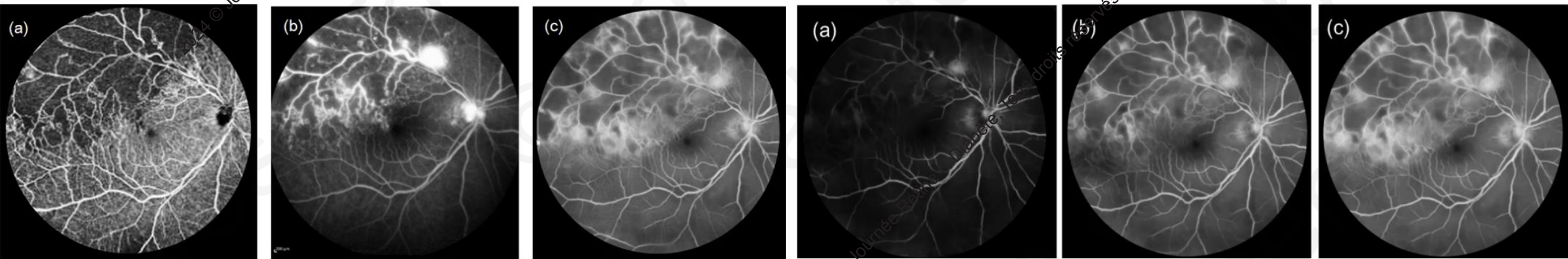


Features such as time of FA acquisition



FA inférée par l'IA basée sur l'OCT-A dans la rétinopathie diabétique. (a) L'OCT-A servant de source d'image, (b) l'AF réel, (c) l'AF inférée par l'IA, (d) la carte d'épaisseur de l'OCT montrant l'épaississement de la rétine causé par une fuite.

Extraction de caractéristiques à partir d'OCT-A et visualisation des caractéristiques extraites pour la création d'images AF déduites par l'IA



FA inférée par l'IA basée sur l'OCT-A dans la rétinopathie diabétique. (a) L'image source de l'OCT-A, (b) FA réel délimitant la fuite (c) L'AF inférée par l'IA reproduit clairement les vaisseaux rétiniens et leur fuite, qui a augmenté avec le temps

FA déduit par l'IA à différents moments écoulés. (a) à 80 secondes, (b) à 180 secondes (c) à 300 secondes. L'AF inférée par l'IA reproduit l'augmentation des fuites observée au fil du temps dans l'AF réelle.

CONCLUSION

Le futur est déjà là !

Et le futur ?

Les appareils sont en cours d'amélioration

- agrandissement de la zone de rétine analysée
- amélioration de la vitesse d'acquisition, résolution d'images
- nouvelles techniques de imagerie rétiniennes
- Intelligence artificielle +++

Le voyage de l'infiniment grand à l'infiniment petit

L'histoire n'est pas finie ...!



Université
Paris Cité



Hôpital Lariboisière
Hôpital Saint Louis
AP-HP.Nord



HÔPITAL FONDATION
Adolphe de ROTHSCHILD
LA RÉFÉRENCE TÊTE ET COU



Merci

Tel médecin sénior Lariboisière: 06 63 62 43 21



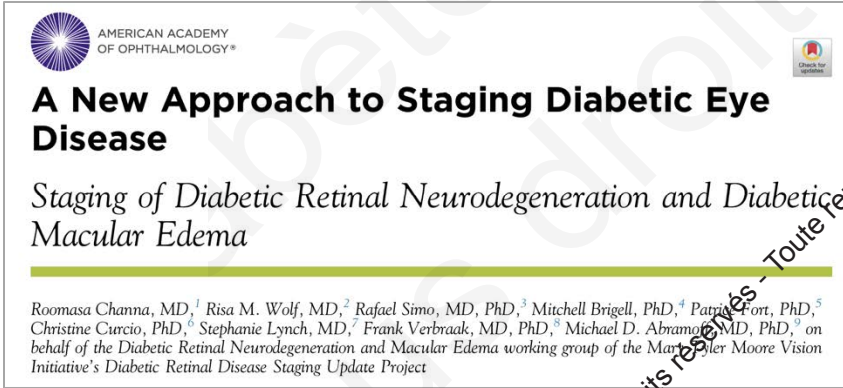
Service d'Ophtalmologie
Hôpital Lariboisière

ali.erginay@aphp.fr

www.ophtalmologie-lariboisiere.fr

Tous droits réservés - Toute reproduction même partielle est interdite.

Staging of Diabetic Retinal Neurodegeneration and Diabetic Macular Edema



Ophthalmology Science 2024;4:100420

Identify the most promising modalities to identify DRN and DME

- Microperimetry
- full-field flash electroretinogram
- spectral-domain OCT
- adaptive optics
- OCT angiography

- 1) Retinal sensitivity assessed by microperimetry
- 2) Qualitative and quantitative evaluation of neuro retinal layers using SD-OCT
- 3) Neuroretinal function evaluated by full-field flash electroretinogram (ffERG)
- 4) Quantification of DME neurodegeneration using SD-OCT
- 5) Quantification of OCT-angiography metrics for DME
- 6) Retinal microstructure imaged by adaptive optics

Results showed that among the modalities evaluated, the level of evidence to quantify DRN and DME was highest for OCT (level 1) and lowest for adaptive optics (level 4)