

Brèves

Néovascularisation non exsudative et “signe de la triple couche” en OCT

CAPUANO V, SACCONI R, MIERE A *et al.* The “triple-layer sign”: an optical coherence tomography signature for the detection of non-exudative macular neovascularization. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2024;262:3847-3855.

Dans cette étude transversale comportant 130 yeux de 98 patients, les auteurs de l'équipe de Créteil ont évalué la sensibilité et la spécificité du “signe de la triple couche” (STC : épithélium pigmentaire (EP), tissu néovasculaire et membrane de Bruch) sur les images d'OCT structurel pour le diagnostic des néovascularisations maculaires non exsudatives (NVM NE) de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) (**fig. 1**).

Le diagnostic d'une NVM NE (néovaisseaux quiescents) dans la DMLA peut être difficile. L'examen de l'OCT structurel permet d'identifier le “signe de la triple couche” décrit par les auteurs, apportant ainsi une précieuse contribution au diagnostic.

Dans cette étude, deux rétiniologues ont recherché ce STC dans des yeux atteints de néovascularisation maculaire de type 1 et dans des yeux témoins présentant une élévation de l'épithélium pigmentaire (EP) sans exsudation liée à d'autres causes. Les auteurs montrent que le STC a été observé chez 39

des 40 patients atteints de NVM NE et chez 8 des 90 témoins. La sensibilité et la spécificité du STC pour le diagnostic de NE-MNV étaient respectivement de 97 % et 91 %, ce qui traduit son intérêt en pratique clinique.

Dès 1998, en examinant le second œil de patients suivis pour des néovaisseaux de la DMLA, Hanutsaha avait montré la possibilité d'identifier en angiographie ICG des plaques tardives correspondant à des néovascularisations maculaires sans signe exsudatif [1]. La série de Hanutsaha comportait 432 patients et des NVM NE avaient été observées chez 36 patients (8 %). Par la suite, cette notion a été confirmée par des études histologiques *post mortem* chez des patients qui présentaient apparemment une simple maculopathie liée à l'âge (MLA) sans signe exsudatif [2].

L'incidence de ces NVM NE, l'intérêt et les risques éventuels d'un traitement sont encore discutés actuellement. Aucune étude prospective n'a été menée pour évaluer l'histoire naturelle de cette condition ni, surtout, l'éventuel bénéfice d'un traitement. Certains auteurs ont montré une tendance à la progression de ces plaques tardives sans changements significatifs de l'épaisseur maculaire ni de la sensibilité maculaire ou de l'acuité visuelle [3, 4].

La visualisation des flux vasculaires choroïdiens en *swept source* OCT-angiographie peut permettre de détecter ces NVM

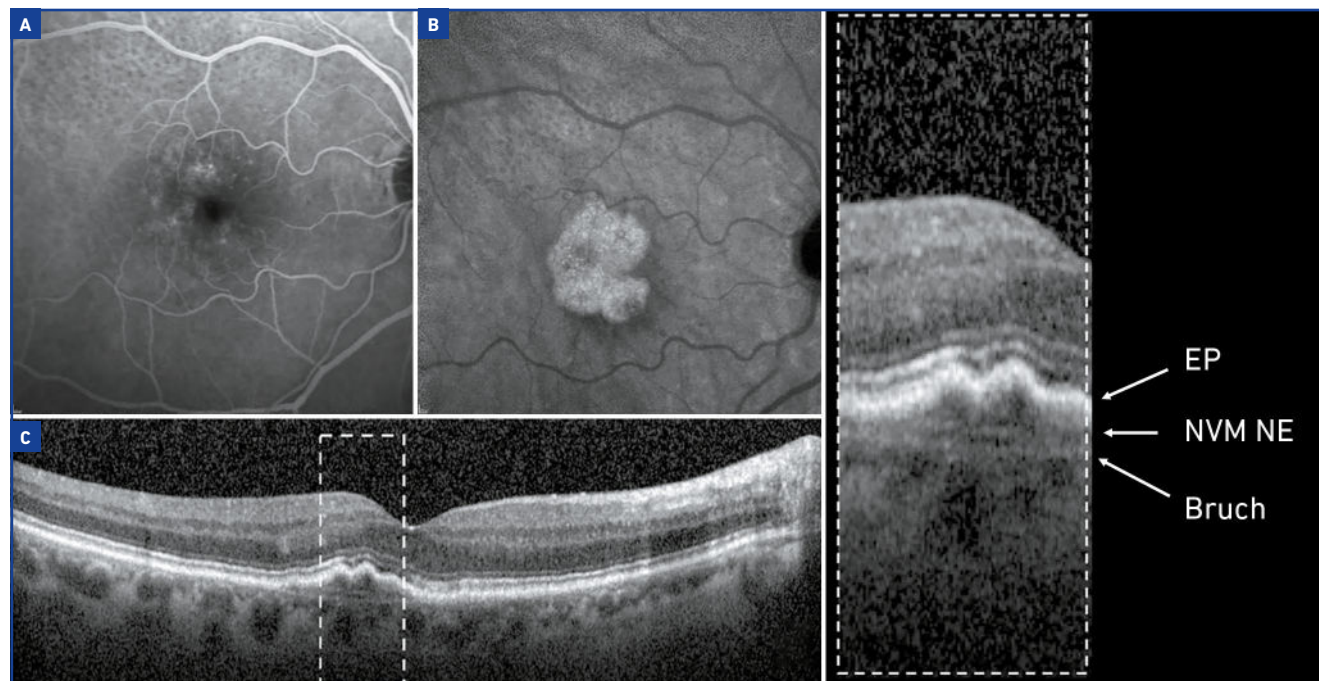


Fig. 1 : Signe de la triple couche (STC) en OCT chez un patient avec des néovaisseaux quiescents (néovascularisation maculaire non exsudative (NVM NE) de la DMLA. (A) Angiographie à la fluoresceïne. (B) Temps tardif de l'angiographie ICG. (C) OCT structurel et à droite, rectangle agrandi montrant une triple couche. EP : épithélium pigmentaire. D'après Capuano *et al.*, 2024.

Brèves

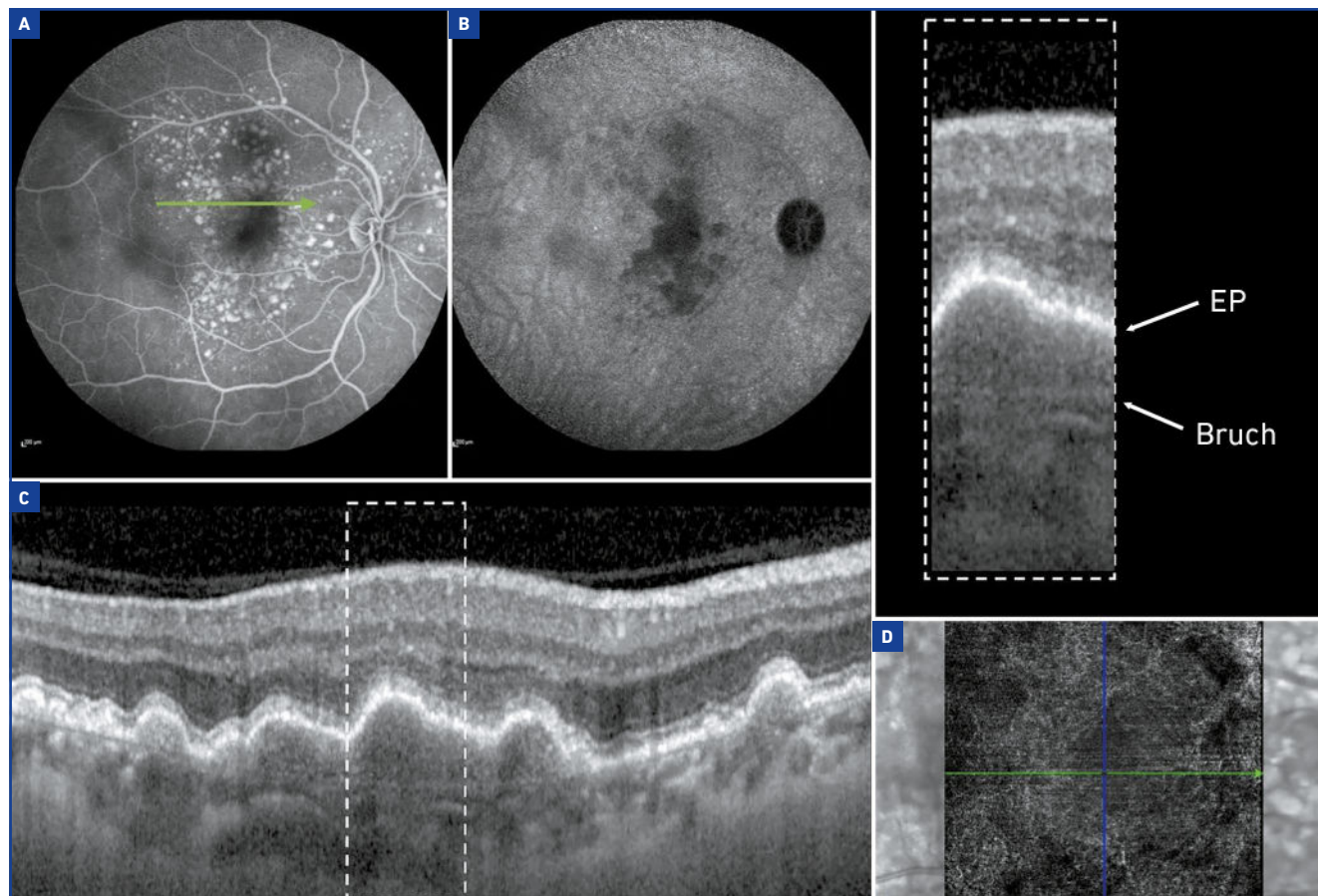


Fig. 2 : Absence de signe de la triple couche (STC) en OCT structurel. (A) Angiographie à la fluorescéine (temps précoces) et (B) angiographie au vert d'indocyanine (temps tardifs) sans hyperfluorescence ni de plaque tardive. (C) OCT structurel avec un matériel homogène entre deux lignes hyperréfléctives : l'épithélium pigmentaire rétinien (EP) et la membrane de Bruch. (D) OCT-angiographie sans signal de flux détectable.

NE qui sont probablement souvent classées dans les simples MLA (**fig. 2**) [5].

L'intérêt du STC repose sur sa spécificité et sa sensibilité mais aussi sur la facilité d'acquisition d'un OCT structurel disponible dans la plupart des cabinets d'ophtalmologie.

BIBLIOGRAPHIE

1. HANUTSAHA P, GUYER DR, YANNUZZI LA *et al.* Indocyanine green video-angiography of drusen as a possible predictive indicator of exudative maculopathy. *Ophthalmology*, 1998;105:1632-1636.
2. SPRAUL CW, GROSSNIKLAUS HE. Characteristics of drusen and Bruch's membrane in postmortem eyes with age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol*, 1997;115:267-273.
3. QUERQUES G, SROUR M, MASSAMBA N *et al.* Functional and multimodal imaging of treatment-naïve "quiescent" choroidal neovascularization. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013;54:6886-6892.
4. QUERQUES G, TRAN TH, FORTE R *et al.* Anatomic response of occult choroidal neovascularization to intravitreal ranibizumab: a study by indocyanine green angiography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2012;250:479-484.
5. ROISMAN L, ZHANG Q, WANG RK *et al.* Optical Coherence Tomography Angiography of Asymptomatic Neovascularization in Intermediate Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology*, 2016;123:1309-1319.

Imagerie grand champ de la choroïde avec illumination transcrânienne

RAHIMI M, ROSSI A, SON T *et al.* High dynamic range widefield fundus photography with transcranial illumination: a contrast agent-free method for non-mydratic choroidal imaging. *Biomed Opt Express*, 2024;16:84-96.

Les auteurs de cet article original décrivent un système d'imagerie à caméra non mydriatique simple, utilisant une illumination transcrânienne dans le proche infrarouge (**fig. 1**).

Ce système permet d'obtenir des clichés en ultragrand champ jusqu'à 185° d'angle oculaire (130° d'angle visuel) sans dilata-

tion pupillaire ni injection de produit de contraste. Le montage de deux images permet d'atteindre un champ de vision effectif qui peut dépasser 220° d'angle oculaire (160° d'angle visuel). Par ailleurs, le système comporte un traitement d'image HDR (*high dynamic range*) permettant d'uniformiser le contraste et la luminosité pour une meilleure visualisation de la cho-

roïde [1]. Les auteurs montrent ainsi des images comparables à celles de l'angiographie au vert d'indocyanine chez volontaires sains (**fig. 2**).

Les méthodes actuelles d'imagerie de la choroïde (angiographie au vert d'indocyanine (ICGA) ou l'OCT) présentent des limites

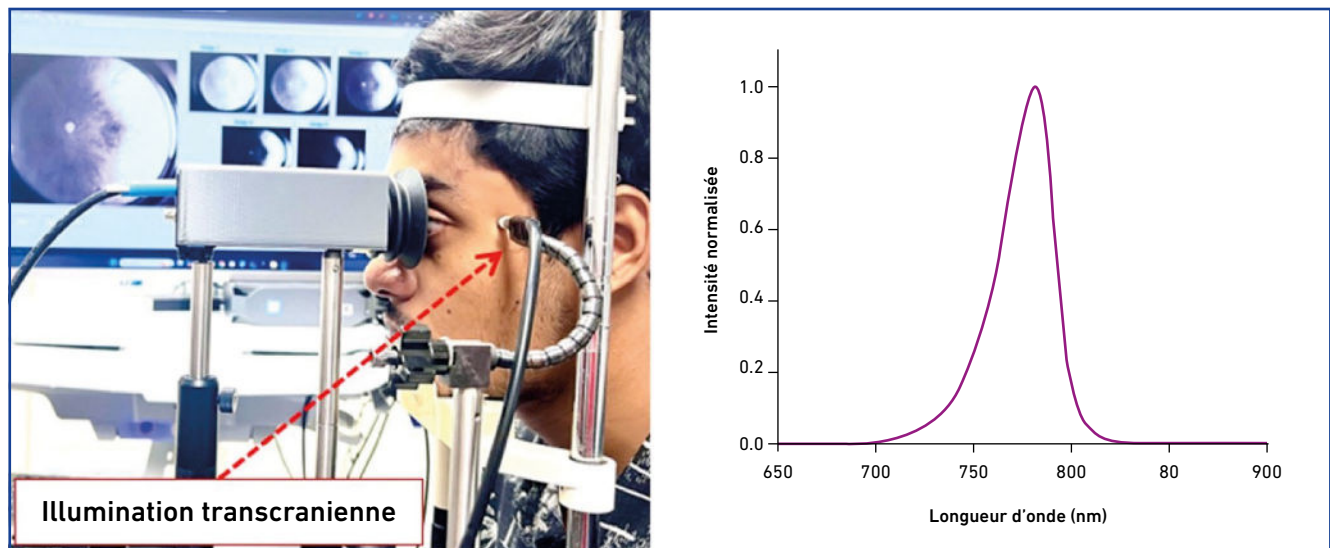


Fig. 1 : Système à caméra comportant une illumination transcrânienne (d'après Rahimi, 2024).

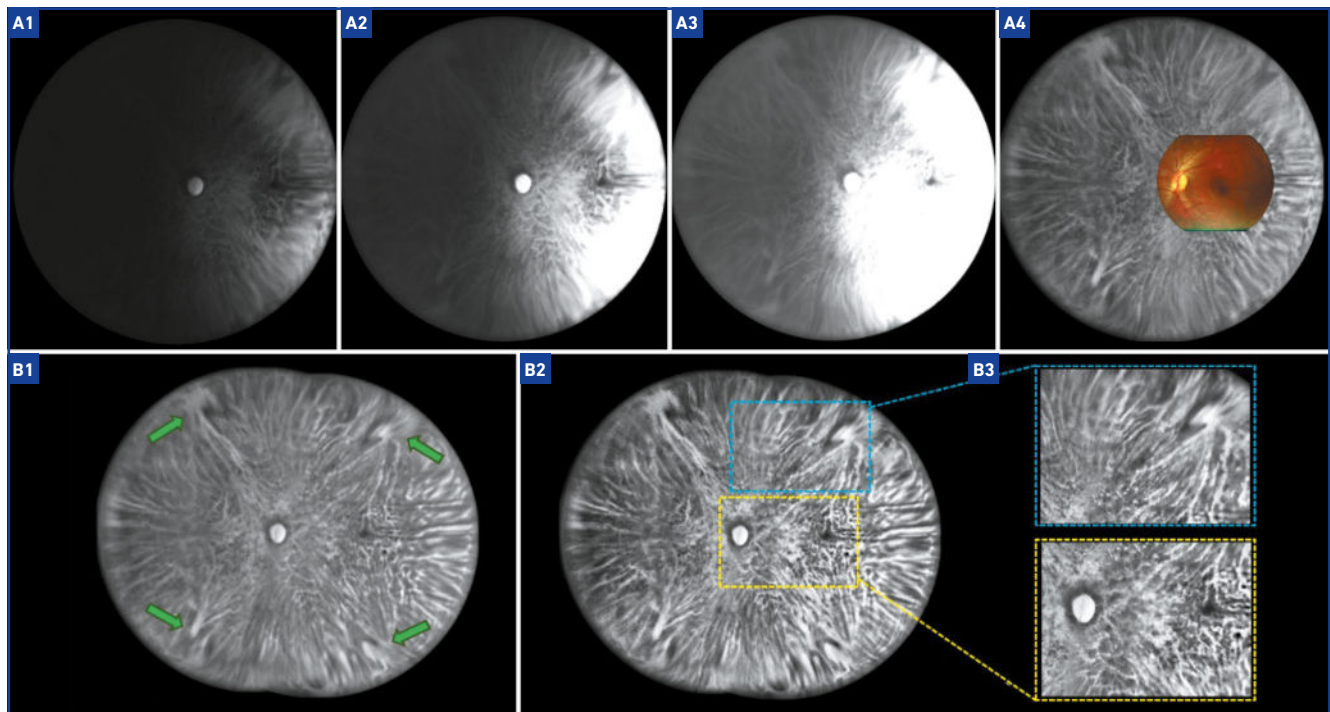


Fig. 2 : Clichés réalisés avec le système d'illumination transcrânien. (A1-A3) Images à faible gamme dynamique avec différents niveaux d'illumination. (A4) Image à grande gamme dynamique (HDR) générée par la synthèse des images précédentes (image fond d'œil en couleur (Pictor Plus)). (B1) Fusion de deux images HDR. Les flèches vertes indiquent les veines vorticeuses. (B2) Image HDR avec amélioration du contraste et de la netteté. (B3) Vues agrandies (d'après Rahimi, 2024).

Brèves

telles que l'injection d'un produit de contraste, un champ d'exploration relativement restreint et surtout des coûts élevés qui peuvent limiter leur accessibilité. Les progrès récents de l'OCT et de l'OCT-angiographie grand champ ont certes beaucoup amélioré les capacités d'imagerie de la choroïde mais ces systèmes restent complexes et coûteux. En outre, l'atténuation du signal OCT avec un effet d'ombre dans les couches choroïdiennes les plus profondes complique la visualisation globale de la choroïde.

Une autre technique, l'holographie laser Doppler [2] s'est révélée utile pour l'imagerie choroïdienne, mais elle est limitée par un champ réduit et implique des techniques basées sur l'interférométrie ce qui augmente la complexité du système.

Dans ce contexte, le système grand champ avec illumination transcrânienne se distingue en utilisant une imagerie de contraste par transmission et absorption, visant à améliorer la visualisation de la choroïde tout en minimisant les interférences des couches rétinienne sus-jacentes.

L'absence d'illumination homogène du fond d'œil a été l'une des difficultés pour l'élaboration du système, avec le côté nasal de l'image régulièrement plus sombre que le côté temporal. Les techniques d'illumination HDR ont permis de traiter les variations complexes et non linéaires de l'éclairage [1]. En combinant des images capturées à différents niveaux d'illumination en un composite au contraste et à la luminosité uniformes, l'imagerie HDR capture efficacement les détails sur l'ensemble du fond d'œil et fournit une solution robuste pour une imagerie cohérente et de haute qualité. Cette imagerie à grande gamme dynamique (ou imagerie large-gamme) regroupe un ensemble de techniques numériques permettant de présenter une image fixe ou animée d'une scène qui présente, dans ses diverses parties, des niveaux très différents de luminosité [1].

Dans les années 1850 le Français Gustave Le Gray fut le premier photographe à concevoir une image composée avec plusieurs valeurs d'exposition différentes, posant ainsi les bases de cette technique.

Ce système d'imagerie semble prometteur, en particulier pour des interventions de dépistage ou de diagnostic. La source lumineuse LED, peu coûteuse, et la conception compacte du système peuvent certainement faciliter son accessibilité, en particulier lorsque le prix d'un équipement est un élément déterminant pour la structure.

BIBLIOGRAPHIE

1. Imagerie HDR. https://fr.wikipedia.org/wiki/Imagerie_à_grande_gamme_dynamique (accédé en février 2025).
2. PUYO L, PAQUES M, FINK M *et al.* Choroidal vasculature imaging with laser Doppler holography. *Biomed Opt Express*, 2019;10:995-1012.



T. DESMETTRE

Centre de rétine médicale, MARQUETTE-LEZ-LILLE.
University of Kansas School of Medicine,
KANSAS CITY, USA.