



Les évolutions de l'OCT-angiographie

Ali Erginay

L'OCT-A est une technologie encore en développement mais les premiers résultats sont très prometteurs. Elle est déjà devenue un outil indispensable dans l'imagerie multimodal. Il est certain qu'avec des améliorations dans le futur elle sera une alternative à l'angiographie à la fluorescéine dans plusieurs pathologies rétinienne.

Arrivée sur le marché il y a à peine 3 ans, l'OCT-angiographie existe actuellement dans 5 modèles de différents fabricants [1].

L'OCT-A nous permet de réaliser une meilleure segmentation des couches rétinienne, de visualiser les réseaux vasculaires rétinien et choroïdien en 3D sans injection de produit de contraste, d'avoir une meilleure image en face et plus de détail de la microstructure rétinienne.

Cette nouvelle technique révolutionnaire a non seulement ses avantages mais également ses limites comme des artefacts liés aux mouvements oculaires, des artefacts de projections et des erreurs de segmentation [2].

Un autre problème vient de son petit champ de balayage, environ 9x9 mm, ne permettant pas d'explorer les pathologies périphériques aussi bien que l'angiographie à la fluorescéine. L'amélioration des algorithmes et logiciels de traitement d'images récents permettent de corriger une partie de ses défauts [3,4].

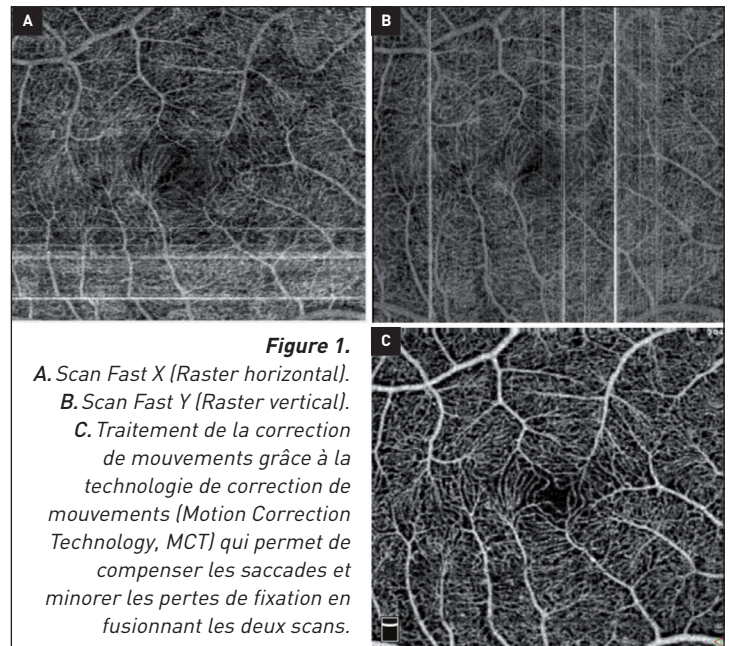


Figure 1.
A. Scan Fast X (Raster horizontal).
B. Scan Fast Y (Raster vertical).
C. Traitement de la correction de mouvements grâce à la technologie de correction de mouvements (Motion Correction Technology, MCT) qui permet de compenser les saccades et minorer les pertes de fixation en fusionnant les deux scans.

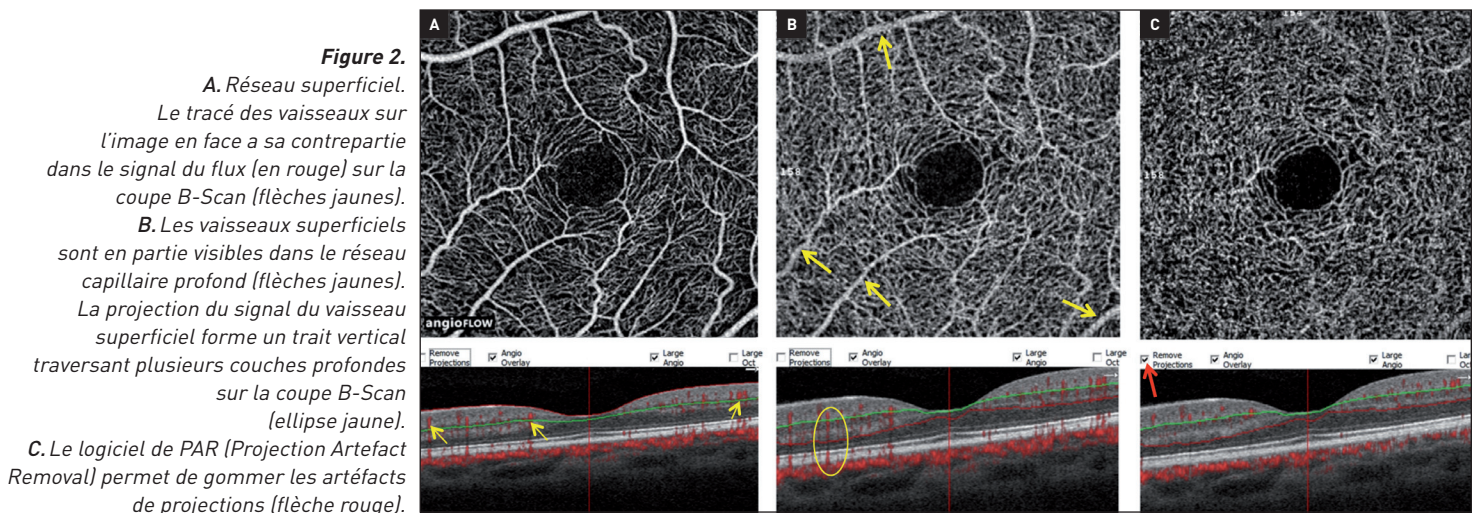


Figure 2.

A. Réseau superficiel.

Le tracé des vaisseaux sur l'image en face a sa contrepartie dans le signal du flux (en rouge) sur la coupe B-Scan (flèches jaunes).

B. Les vaisseaux superficiels sont en partie visibles dans le réseau capillaire profond (flèches jaunes).

La projection du signal du vaisseau superficiel forme un trait vertical traversant plusieurs couches profondes sur la coupe B-Scan (ellipse jaune).

C. Le logiciel de PAR (Projection Artifact Removal) permet de gommer les artefacts de projections (flèche rouge).

Service d'ophtalmologie, Hôpital Lariboisière, APHP, Paris

Déjà, les technologies de « DualTrac™ » et « MCT » (*motion correction technology*) utilisées par Angiovue (Optovue) permettent de diminuer le temps d'acquisition de moitié (*figure 1*), d'obtenir une image de plus haute définition et de corriger l'artefact de déplacement provoqué par les mouvements oculaires pendant le scan. Dans la nouvelle version du logiciel, les fonctions de « PAR » (*projection artefact removal*) et « Manual Edit & Propagation » permettront de corriger les artéfacts de projections (*figure 2*), les erreurs de segmentation (*figure 3*). Les logiciels de suppression des artéfacts de projection et de correction manuelle de segmentation existent également dans les OCT-A d'autres fabricants [5]. Le système de poursuite de l'œil (*eye tracking*) combiné à la technologie OCT-A permet d'augmenter la quantité des données.

Actuellement nous avons deux modèles de *Swept source* OCT (SS OCT) équipés de l'OCT-A (Plex Elite 9000™, Zeiss et Triton™, Topcon). SS OCT-A a une vitesse de balayage plus rapide (100 000 A-scans/s) et utilise une source laser variable à une longueur d'onde plus grande qui permet de pénétrer plus profondément les tissus par rapport aux OCT actuel [6].

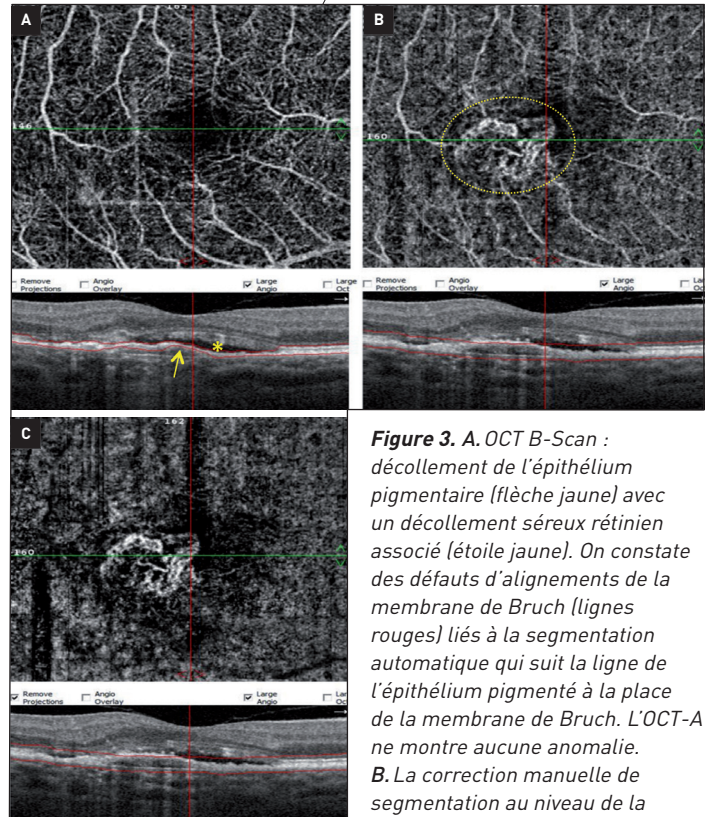


Figure 3. A. OCT B-Scan : décollement de l'épithélium pigmentaire (flèche jaune) avec un décollement séreux rétinien associé (étoile jaune). On constate des défauts d'alignements de la membrane de Bruch (lignes rouges) liés à la segmentation automatique qui suit la ligne de l'épithélium pigmenté à la place de la membrane de Bruch. L'OCT-A ne montre aucune anomalie. B. La correction manuelle de segmentation au niveau de la membrane de Bruch fait apparaître les néovaisseaux choroïdiens sur l'OCT-A (ellipse jaune). C. Les néovaisseaux sont encore mieux visibles grâce au logiciel du PAR.

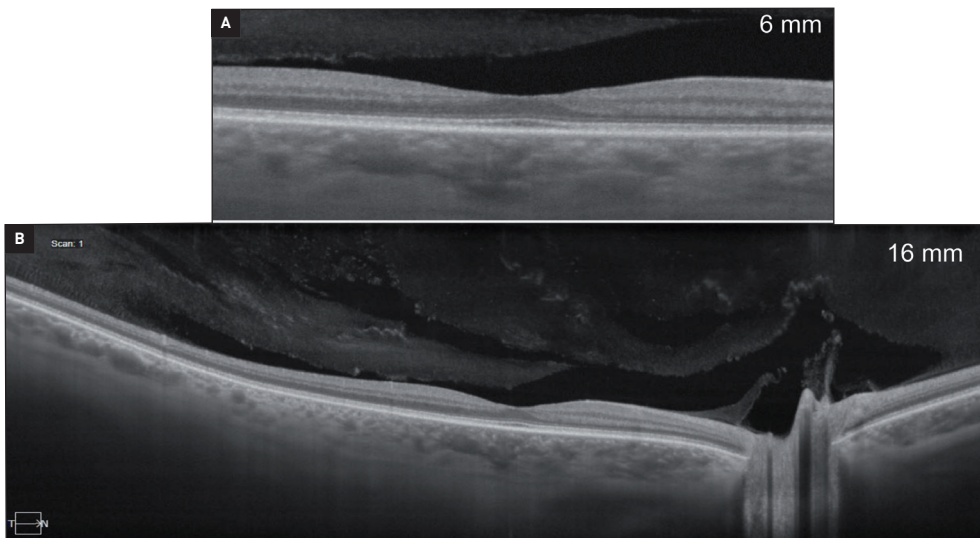


Figure 4. A. Coupe OCT B-scan de 6 mm en haute résolution passant par la macula : condensation vitreuse prémaculaire. B. Coupe OCT B-Scan de 16 mm en haute résolution permettant de visualiser clairement le corps vitré et la choroïde en un seul balayage.

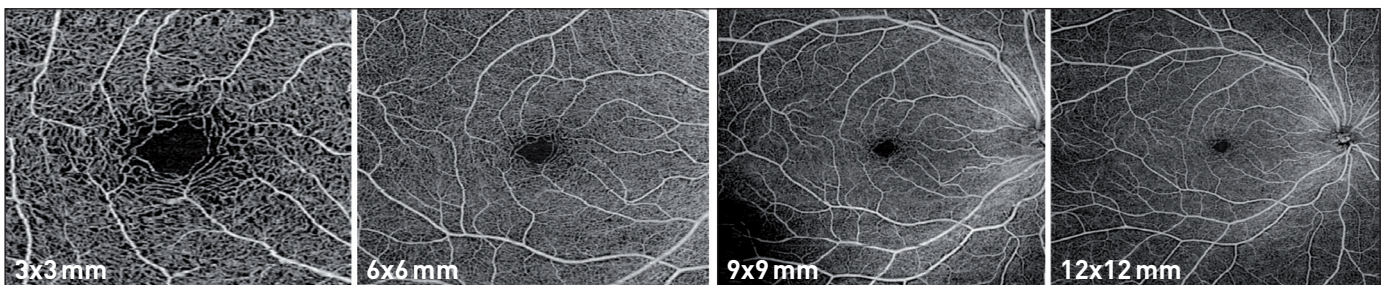


Figure 5. Des cubes d'OCT-A de 3 à 12 mm : plexus capillaire aussi bien visible sur l'OCT-A de 12x12 mm que celle de 3x3 mm.

En images

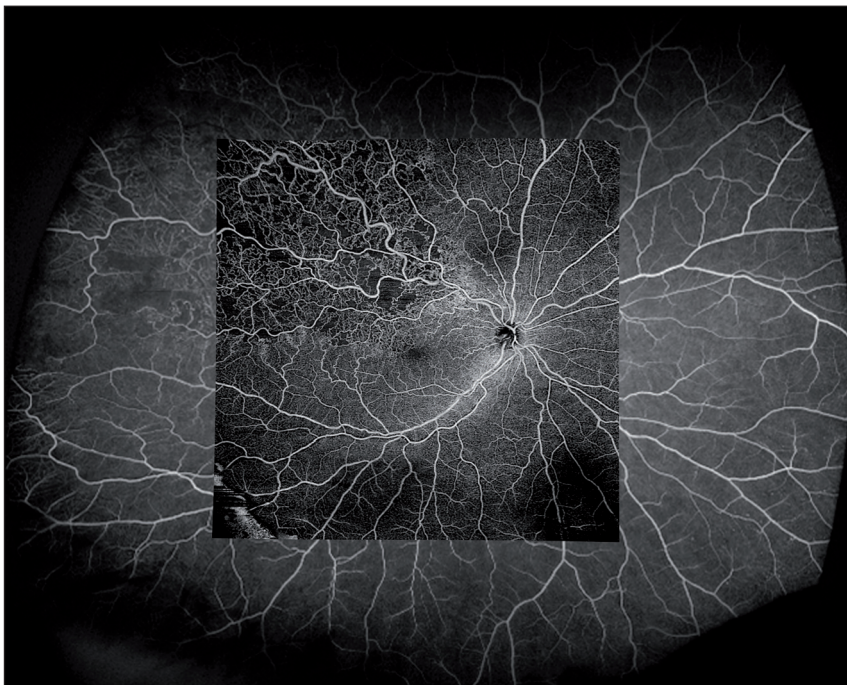
Elle permet de visualiser clairement le corps vitré et la choroïde en un seul balayage. La vitesse de balayage environ deux fois plus rapide permet d'obtenir des scans de plus grand nombre et longueur avec peu d'artefact (figure 4), ainsi elle offre des scans jusqu'à 16 mm de

longueur et des cubes de 12x12 mm (figure 5). Le logiciel de montage intégré permet d'obtenir une image de plus grand champ, d'aller au-delà du pôle postérieur et d'explorer des pathologies de périphérie rétinienne (figures 6 et 7).



Figure 6. Photomontage en OCT-A allant jusqu'en moyenne périphérie d'une occlusion branche veineuse rétinienne temporal-supérieure montrant des zones de non-perfusion capillaire, la dilatation et tortuosité des capillaires dans le territoire de drainage veineux temporal supérieur.

▼ **Figure 7.** L'angiographie à la fluorescéine à champ ultra-large du même patient de 200° réalisée avec California™ (Optos). Les deux images sont superposables.



Références Bibliographiques

- [1] Jia Y, Bailey ST, Hwang TS *et al.* Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2015;112(18):E2395-402.
- [2] Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK. Image artifacts in optical coherence tomography angiography. *Retina.* 2015;35(11):2163-80.
- [3] Gao SS, Liu G, Huang D, Jia Y. Optimization of the split-spectrum amplitude-decorrelation angiography algorithm on a spectral optical coherence tomography system. *Opt Lett.* 2015;40(10):2305-8.
- [4] Zhang M, Wang J, Pechauer AD *et al.* Advanced image processing for optical coherence tomographic angiography of macular diseases. *Biomed Opt Express.* 2015;6(12):4661-75.
- [5] Zhang M, Hwang TS, Campbell JP *et al.* Projection-resolved optical coherence tomographic angiography. *Biomed Opt Express.* 2016;7(3):816-28.
- [6] Liu G, Yang J, Wang J *et al.* Extended axial imaging range, widefield swept source optical coherence tomography angiography. *J Biophotonics.* 2017 May 11. [Epub ahead of print]