

Le dossier – OCT-angiographie : que nous a-t-il appris ?

Apport de l'OCT-angiographie dans la rétinopathie et la maculopathie diabétique

RÉSUMÉ : L'OCT angiographie est un outil d'imagerie intéressant chez le patient diabétique puisqu'il permet une étude précise de la maille capillaire rétinienne sans masquage par la diffusion de colorant. Il permet une bonne visualisation des anomalies microvasculaires habituellement décrites dans la rétinopathie diabétique : élargissement des espaces inter-capillaires, zones de non perfusion, microanévrismes, anomalies microvasculaires intrarétiniennes et néovaisseaux prérétiniens mais aussi l'étude de la relation entre non perfusion capillaire et œdème maculaire diabétique.



V. MANÉ-TAUTY
Service d'Ophtalmologie,
Hôpital Lariboisière, PARIS.

La rétinopathie diabétique (RD) est caractérisée par une occlusion des capillaires rétiniens responsable d'une ischémie rétinienne à l'origine de l'ensemble des signes cliniques bien connus.

Ces anomalies microvasculaires ont été étudiées grâce à l'angiographie à la fluorescéine (AF). Les signes angiographiques décrits dans la RD sont l'élargissement des espaces inter-capillaires [1], les zones de non perfusion, les microanévrismes, les anomalies microvasculaires intrarétiniennes (AMIR) et les néovaisseaux prérétiniens. Néanmoins, la capacité de l'AF à détecter et analyser finement ces anomalies capillaires est limitée par la superposition des différents plexus et par la diffusion du colorant secondaire à la rupture de la barrière hémato-rétinienne souvent associée [2].

L'OCT angiographie (OCT-A) est une nouvelle technique d'imagerie non invasive florissante qui permet de réaliser une cartographie en 3 dimensions de la vascularisation maculaire en quelques secondes et sans injection de produit de contraste. Ce procédé permet une étude séparée des différents

plexus capillaires et particulièrement du plexus profond, bien connu dans les descriptions histologiques, mais jusque-là inaccessible à l'imagerie. Cette technique rapide et sans risque permet également d'imager le réseau vasculaire maculaire chez des patients pour lesquels une AF n'est pas indiquée notamment dans les stades précoces de rétinopathie diabétique.

Tous ces atouts font de l'OCT-A une technique d'imagerie très intéressante chez les diabétiques, aussi bien pour le diagnostic que pour la recherche clinique.

OCT-A et rétinopathie diabétique

La haute définition des images obtenues en OCT-A permet une étude et une analyse précise des altérations microvasculaires chez le patient diabétique.

Les signes habituels vus dans la rétinopathie diabétique sont également analysables en OCT-A :

>>> Les microanévrismes apparaissent sous forme d'un signal de décorrélation arrondi, sacculaire ou fusiforme, le plus

souvent au bord d'une zone de non perfusion (**fig. 1**). Ils sont plus nombreux dans le lit profond que dans le plexus superficiel comme cela avait été montré en histologie. L'OCT-A ne détecte que 60 % des microanévrismes visualisés par l'AF sans rapport avec leur taille mais probablement parce que le flux sanguin dans ces lésions est, soit trop lent, soit turbulent et n'est donc pas identifié, ou parce qu'il est difficile de les différencier d'une section de capillaire vertical [3]. Les microanévrismes sont des signes précoces et un indicateur important de progression de la RD. L'absence de détection de certains microanévrismes par l'OCT-A pourrait donc représenter un inconvénient dans l'analyse de la RD.

>>> Le plexus superficiel et le plexus profond sont tous les deux anormaux mais l'atteinte microvasculaire est spécifique à chacun :

- dans le plexus superficiel, la rétinopathie diabétique mène à une raréfaction capillaire avec des zones de non perfusion (**fig. 1**). Ces zones apparaissent comme des zones grises irrégulières et limitées longitudinalement par des capillaires [4]. L'AF permet d'obtenir une bonne image du réseau capillaire maculaire dans seulement 30 % des cas [5] alors que les zones de non perfusions sont bien visualisées et facilement délimitées sur l'OCT-A [3]. La zone avasculaire centrale, mieux visualisable et identifiable en OCT-A est élargie par rapport aux sujets normaux [6];
- dans le plexus profond, la densité capillaire est globalement abaissée mais les zones de non perfusion sont moins bien limitées. De plus, une désorganisation du plexus profond est systématique et l'architecture normale en vortex décrite par Bonnin *et al.* [7] n'est plus respectée (**fig. 2**).

>>> Les AMIRs et les néovaisseaux pré-rétiniens sont facilement visibles en OCT-A (**fig. 3**) probablement parce que la circulation sanguine est plus rapide au niveau de ces lésions et parce qu'elles

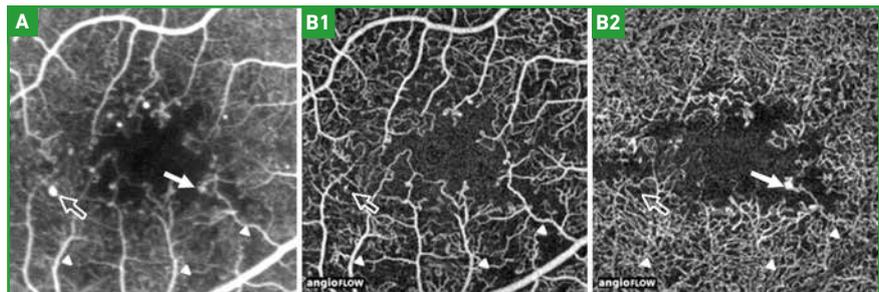


Fig. 1 : Comparaison de la visualisation des microanévrismes et des zones de non perfusion en angiographie à la fluorescéine (**A**) et en OCT angiographie (**B**) au niveau du lit superficiel (**B1**) et du lit profond (**B2**). Certains microanévrismes sont bien vus en OCT-A (**flèche pleine**) alors que d'autres sont mieux visualisés en angiographie (**flèche vide**). Les zones de non-perfusion sont mieux individualisées au niveau du lit superficiel de l'OCT-A (2A) (**têtes de flèche**).

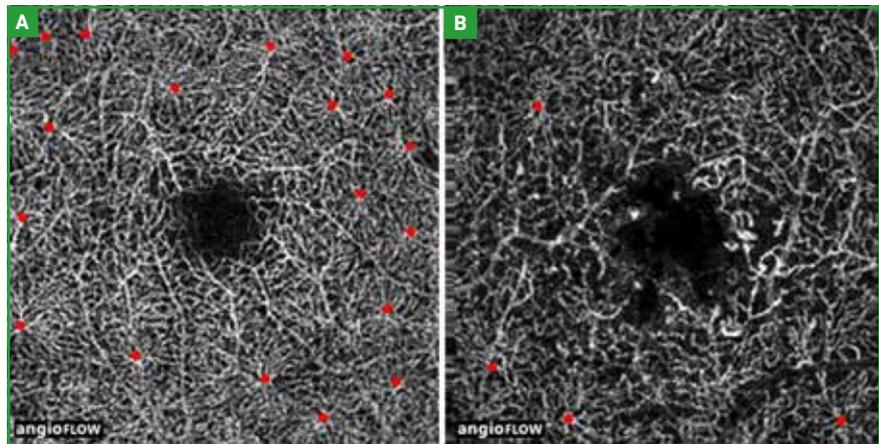


Fig. 2 : Désorganisation du plexus capillaire profond. L'organisation habituelle en vortex visible chez les sujets normaux (**A**) n'est plus retrouvée chez le sujet diabétique de manière précoce (**B**).

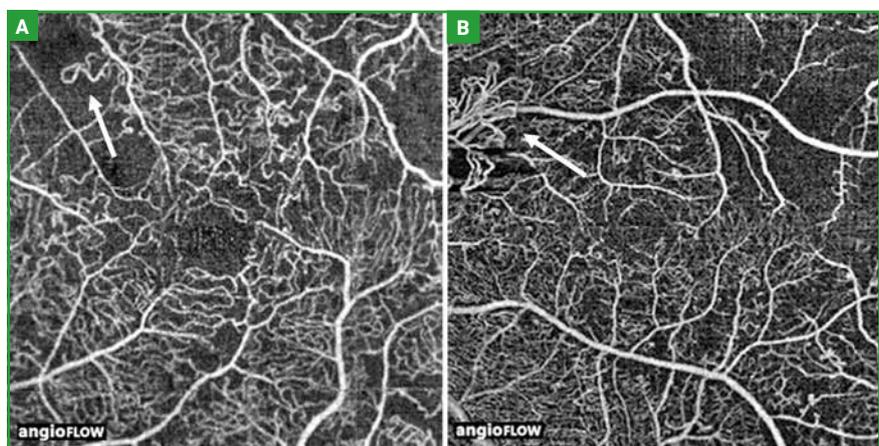


Fig. 3 : Très bonne visualisation des AMIRs (**A**) et des néovaisseaux pré-rétiniens (**B**) en OCT-A.

ne sont pas masquées par la diffusion de colorant. Les AMIRs semblent se développer préférentiellement aux dépens du réseau capillaire superficiel mais en raison d'artefacts de projection, ils peuvent

également être visualisés dans la couche du plexus capillaire profond.

>>> Grâce à l'OCT-A, il est également possible d'obtenir des valeurs et une

Le dossier – OCT-angiographie : que nous a-t-il appris ?

cartographie de la densité capillaire maculaire. Chez le sujet diabétique, la densité capillaire moyenne est abaissée dans les 2 plexus, superficiel et profond, par rapport à des sujets sains du même âge (**fig. 4**). Cette densité est corrélée à la sévérité de la RD [8].

Ainsi, bien que l'OCT-A ne permette à l'heure actuelle qu'une visualisation limitée de l'aire maculaire et ne permette donc pas la détection de l'ensemble des zones ischémiques rétiniennes, cette valeur de densité pourrait être à l'avenir une méthode objective de classification et de suivi de la progression de la RD.

OCT-A et œdème maculaire diabétique

Bien que les mécanismes physiopathologiques responsables du développement de l'œdème maculaire diabétique (OMD) restent encore mal compris, il semble coexister à des degrés variés une occlusion capillaire et une hyperperméabilité des vaisseaux persistants.

Compte tenu de la diffusion précoce et parfois intense présente en AF, l'OCT-A apparaît donc comme un examen de choix pour étudier les modifications vasculaires associées à l'OMD.

Plusieurs caractéristiques de ces logettes d'œdème en OCT-A sont à noter :

- les kystes d'OMD apparaissent comme des zones noires avec des bords arrondis ne suivant pas la distribution des capillaires adjacents et totalement dépourvus de signal de flux. Ces kystes se superposent parfaitement aux logettes cystoïdes présentes sur le cliché d'OCT en-face correspondant (**fig. 5**) ;
- les kystes sont plus nombreux et plus étendus dans le plexus profond ;
- les logettes d'œdème sont situées au sein de zones de non perfusion plus étendues, dans près de 3/4 des cas au niveau du lit superficiel et dans presque la totalité des cas dans le lit profond

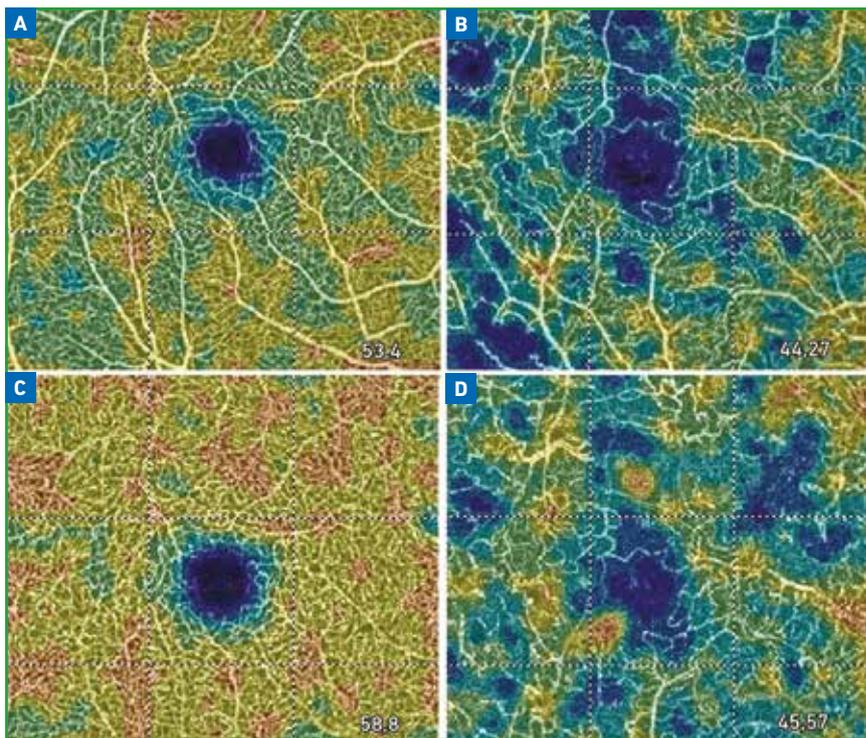


Fig. 4 : Cartographie de la densité capillaire maculaire chez un sujet sain et un sujet diabétique avec une rétinopathie diabétique proliférante traitée par panphotocoagulation. La densité capillaire est abaissée chez le diabétique au niveau du plexus superficiel (C) et du plexus profond (D) par rapport au plexus correspondants d'un sujet normal (A et B). La densité capillaire est exprimée en pourcentage de surface recouverte par les vaisseaux.

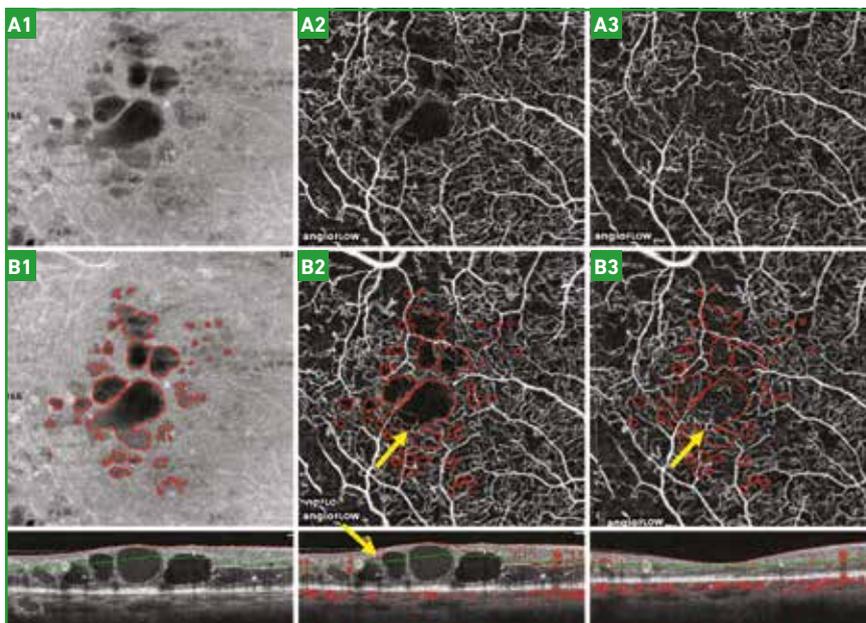


Fig. 5 : Œdème maculaire diabétique en OCT-A. Les kystes d'œdème maculaires délimités sur l'image d'OCT en-face (A1 et B1) sont ensuite reportés sur l'angiogramme du plexus superficiel (A2 et B2) puis après résorption de l'œdème (A3 et B3). Les kystes apparaissent comme des zones arrondies dépourvues de capillaire. Ces zones sont superposables à celles vues sur l'image d'OCT- en face. Les capillaires ne réapparaissent pas dans les zones précédemment occupées par les kystes après résorption de l'œdème maculaire. Certains capillaires visibles dans ces zones sont en fait localisés dans le toit des kystes (flèche jaune).

indiquant une colocalisation entre l'OMD et les zones de non perfusion capillaires [9] (**fig. 6**);

– après guérison de l'OMD, les zones précédemment occupées par des kystes restent dépourvues de capillaires (**fig. 5**);

– des anomalies microvasculaires sont systématiquement visibles et la densité capillaire est abaissée dans les 2 plexus. Si les zones de non perfusion sont fréquentes dans le lit superficiel, une désorganisation du lit profond avec une perte de l'architecture habituelle en vortex est constante.

Plusieurs mécanismes ont été évoqués pour tenter d'expliquer cette absence de capillaires dans les kystes : un refoulement des capillaires par les logettes d'œdème, un ralentissement du flux en deçà du seuil de détection voire une occlusion des capillaires, le développement de l'œdème dans des zones qui étaient précédemment non perfusées. Ces mécanismes pourraient être associés, néanmoins l'absence d'augmentation de densité capillaire autour des kystes préférentiellement entourés de zones de non perfusion et l'absence de réapparition des capillaires après guérison de l'OMD ne sont pas en faveur d'un refoulement ou d'une mauvaise visualisation des capillaires.

Ainsi, de par la bonne visualisation de l'architecture capillaire qu'il permet, l'OCT-A constitue un nouvel outil diagnostique et de suivi dans le domaine

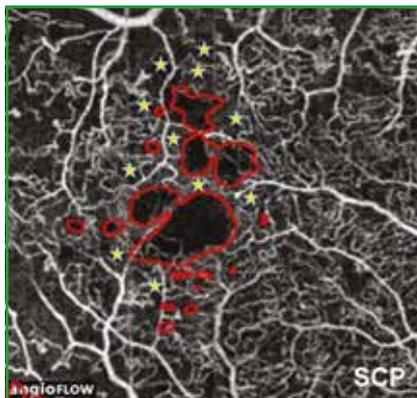


Fig. 6 : Colocalisation entre œdème maculaire diabétique et zones de non perfusion. Les kystes d'œdème délimités en rouge sont localisés au sein de zones de non perfusion (**étoiles**).

de la rétinopathie diabétique. Il permet également d'apporter des éléments nouveaux dans la compréhension de la physiopathologie de l'œdème maculaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. AREND O, WOLF S, JUNG F *et al.* Retinal microcirculation in patients with diabetes mellitus: dynamic and morphological analysis of perifoveal capillary network. *Br J Ophthalmol*, 1991;75: 514-518.
2. MENDIS KR, BALARATNASINGAM C, YU P *et al.* Correlation of histologic and clinical images to determine the diagnostic value of fluorescein angiography for studying retinal capillary detail. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51: 5864-5869.
3. COUTURIER A, MANÉ V, BONNIN S *et al.* Capillary plexus anomalies in diabetic retinopathy on optical coher-

ence tomography angiography. *Retina*, 2015;35:2384-2391.

4. DE CARLO TE, CHIN AT, JOSEPH T *et al.* Distinguishing Diabetic Macular Edema From Capillary Nonperfusion Using Optical Coherence Tomography Angiography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging. Retina*, 2016;47:108-114. doi:10.3928/23258160-20160126-02.
5. MENDIS KR, BALARATNASINGAM C, YU P *et al.* Correlation of histologic and clinical images to determine the diagnostic value of fluorescein angiography for studying retinal capillary detail. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51: 5864-5869.
6. TAKASE N, NOZAKI M, KATO A *et al.* Enlargement of foveal avascular zone in diabetic eyes evaluated by en face optical coherence tomography angiography. *Retina*, 2015;35:2377-2383.
7. BONNIN S, MANÉ V, COUTURIER A *et al.* New insight into the macular deep vascular plexus imaged by optical coherence tomography angiography. *Retina*, 2015;35:2347-2352.
8. AGEMY SA, SCRIPSEMA NK, SHAH CM *et al.* Retinal vascular perfusion density mapping using optical coherence tomography angiography in normals and diabetic retinopathy patients. *Retina*, 2015;35:2353-2363.
9. MANÉ V, GAUDRIC A, DUPAS B *et al.* Correlation between Cystoid Spaces in Chronic Diabetic Macular Edema and Capillary Non-Perfusion Detected by Optical Coherence Tomography Angiography. *Retina*, 2016;1-9.

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